OIPE JC176
MAY 17 2004
PATENT & TRADEMARK OFFICE

Docket No. 1232-5286

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/781,533

Examiner: TBA

Filed: February 17, 2004

For: SCAN TYPE DISPLAY OPTICAL SYSTEM

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: May 14, 2004

By: Helen Tiger
Helen Tiger

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

OIPE JC176 MAY 17 2004 PATENT & TRADEMARK OFFICE

CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5286

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/781,533

Examiner: TBA

Filed: February 17, 2004

For: SCAN TYPE DISPLAY OPTICAL SYSTEM

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in:	Japan
In the name of:	Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s):	2003-040411
Filing Date(s):	February 18, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: May 13, 2004

By: Joseph A Calvaruso

Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

CFV 00142
US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００３年 ２月１８日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００３－０４０４１１

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００３－０４０４１１]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

２００４年 ３月 ８日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００４－３０１７６８８

【書類名】　特許願
【整理番号】　226060
【提出日】　平成15年 2月18日
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　G02B　3/00
【発明の名称】　投射型表示光学系
【請求項の数】　1
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
【氏名】　畠山　弘至
【発明者】
【住所又は居所】　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
【氏名】　須永　敏弘
【特許出願人】
【識別番号】　000001007
【氏名又は名称】　キヤノン株式会社
【代理人】
【識別番号】　100067541
【弁理士】
【氏名又は名称】　岸田　正行
【選任した代理人】
【識別番号】　100104628
【弁理士】
【氏名又は名称】　水本　敦也

【選任した代理人】

【識別番号】　100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】　小花　弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　044716

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　投射型表示光学系

【特許請求の範囲】

【請求項１】　光を偏向走査する光偏向手段と、

前記光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有し、

前記投射光学系による投射光によって形成される画像の位置を可変としたことを特徴とする投射型表示光学系。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を偏向走査して画像を表示する技術に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

投射型画像表示装置（プロジェクタ）に用いられる投射光学系において、被投射面であるスクリーンと装置との距離を短くするために、スクリーンに対して斜め方向からの投射が可能なものが提案されている。但し、スクリーンに対して斜め方向から画像を投射することで、その画像にはいわゆる台形歪みが生じる。このため、この台形歪みを補正する提案も種々なされている。

【０００３】

特許文献１には、共軸回転対称のｆ－θレンズを用い、絞りを中心にレンズ群を回転偏心させることにより、像の台形歪みがない状態で像面を回転させた投射光学系が提案されている。

【０００４】

また、特許文献２には、偏心非球面を用いて、固定の投射角度で台形歪みを補正する投射光学系が提案されている。

【０００５】

また、特許文献３にて提案されている光学系の実施例では、投射光学系として大画角の広角レンズを用い、ライトバルブおよびスクリーンを投射光学系の光軸に対してシフトさせ、画角の端の部分を使用して投射することにより、斜め投射

タイプの光学系を構成している。

【０００６】

また、特許文献４で提案されている光学系の実施例では、第１および第２の投射光学系を光軸に対して傾けることにより、スクリーンに対し斜めに投射している。

【０００７】

一方、非共軸光学系において、特許文献５にはその設計法や焦点距離等の近軸量の計算方法が、特許文献６，７，８には、その設計例が示されている。これら公報では、基準軸という概念を導入し、構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能である。

【０００８】

こうした非共軸光学系は、Off-Axial光学系と呼ばれる。Off-Axial光学系は、像中心と瞳中心とを通る光線に沿った基準軸を考えたとき、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面（Off-Axial 曲面）を含む光学系として定義される。この Off-Axial光学系では、基準軸は折れ曲がった形状となる。

【０００９】

Off-Axial 光学系は、構成面が一般に非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光学系内で中間像を形成することにより、高画角でありながらコンパクトな光学系を構成することができる。Off-Axial 光学系は、前絞りの光学系でありながらも、光路の引き回しが比較的自由に行えるためにコンパクトな光学系として構成することができる。

【００１０】

これらを生かして、特許文献９および特許文献１０には、曲率を有する回転非対称反射面を用いて固定の投射角度で台形歪みを補正する投射光学系が提案されている。

【００１１】

また、特許文献１１に示されているようにレーザ光線を回転多面鏡により２次元的にスキャンし、画像を表示する提案がなされている。この場合、レーザ光線

の強度変調のタイミングを適切な値にすることにより、光学系ではとり切れなかったディストーションを補正することは可能である。

【００１２】

また、特許文献１２には、複数の反射面を用いて斜め投射を行う投射光学系が提案されている。

【００１３】

さらに、入射した光を偏向して走査する光学素子に関して、特許文献１３～１５に提案されている。

【００１４】

図２８には、特許文献１３にて提案されているブレーナー型ガルバノミラーの構成を示している。具体的には、シリコン基板１０２に、平板状の可動板１０５と該可動板１０５を揺動可能に軸支するトーションバー１０６とを一体形成する。そして、可動板１０５の上面周縁部に、通電により磁界を発生する平面コイル１０７が設けられているとともに、該平面コイル１０７で囲まれる上面中央部に反射ミラー１０８が設けられている。さらに、シリコン基板１０２の上下面に、ガラス基板１０３，１０４が設けられ、これらガラス基板１０３，１０４の所定位置に、平面コイル１０７に磁界を作用させる永久磁石１１０Ａ，１１０Ｂおよび１１１Ａ，１１１Ｂが固定されている。

【００１５】

【特許文献１】

特開平９－３０４７３３号公報

【特許文献２】

特開平１０－２８２４５１号公報

【特許文献３】

特開平５－１００３１２号公報

【特許文献４】

特開平５－８０４１８号公報

【特許文献５】

特開平９－５６５０号公報

【特許文献６】

特開平８－２９２３７１号公報

【特許文献７】

特開平８－２９２３７２号公報

【特許文献８】

特開平９－２２２５６１号公報

【特許文献９】

特開２００１－２５５４６２号公報

【特許文献１０】

特開２０００－８９２２７号公報

【特許文献１１】

特開平６－２９５１５９号公報

【特許文献１２】

再公表特許ＷＯ９７／１７８７号公報

【特許文献１３】

特開平７－１７５０５号公報

【特許文献１４】

特開平７－２１８８５７号公報

【特許文献１５】

特開２０００－３５５４９号公報

【００１６】

【発明が解決しようとする課題】

上述した特許文献１にて提案されているのは、共軸回転対称のｆ－θ光学系を組み合わせた投射光学系であるが、画角が狭いので、通常のプロジェクタ等には適用が困難である。

【００１７】

また、通常のレンズでは、光軸から画角が大きくなるに従って光量が落ちてくるため、広画角のレンズ系を使用すればするほど像面上の明るさに差が出てしまう。このため、特許文献１にて提案の投射光学系は、広画角かつ明るい像面が必

要とされるプロジェクタには不向きである。

【００１８】

また、特許文献２にて提案の投射光学系では、偏心非球面により台形歪みを補正しているが、ある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であるので、プロジェクタの設置位置の自由度が損なわれている。さらに、画面のシフト量が小さく、液晶パネルに対してテレセントリックでない点からもプロジェクタには不向きである。

【００１９】

また、特許文献９および特許文献１０にて提案の投射光学系では、曲率を有する回転非対称反射面を用いて広画角の台形歪み補正を実現しているが、これもある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であり、プロジェクタの設置位置の自由度が損なわれている。

【００２０】

また、特許文献３にて提案されているように、光軸に対してライトバルブとスクリーンをシフトさせた投射光学系の場合は、使用されるレンズ系として、かなり大きい画角をカバーする高画角のレンズ系が必要になる。しかも、光軸がスクリーンの中心に向かうように構成した場合、通常のレンズ系ではスクリーン上に像が結像されず光軸に垂直な平面上に結像される。

【００２１】

このように投射光学系を構成した場合、良く知られているように、像が台形に歪み、スクリーンの上下でピントがずれてしまう。この像面の傾きを補正する場合、スクリーンの上部を通る光線の光路とスクリーンの下部を通る光線の光路の差を打ち消さなければならない。そしてこの光路差を補正する場合、結像面付近で補正できれば光路差は縮小されるので補正量は少なくて済む。一方、像が拡大されたスクリーン側の光学面で補正をする場合は、光路差がそのまま影響する。

【００２２】

さらに、特許文献４にて提案されている当社光学系では、レンズ系をチルトしているだけなので、像面を十分に傾けることが難しい。また、チルト量が多すぎると、光学性能を確保することが難しくなる。

【００２３】

そして、特許文献１２にて提案されている光学系では、１つの反射面の大きさが大きくなり、精度良く製造することが難しい。

【００２４】

また、特許文献１１等に示されているように点光源又は一次元の画像表示素子を回転多面鏡もしくはガルバノミラー等で走査し、表示する方法において、電気的な補正が不可能な場合には、投射光学系がｆ－θレンズやアークサインレンズの特性を持たなければならない。

【００２５】

一次元の画像表示素子を用いた場合には、走査方向では、ｆ－θレンズやアークサインレンズ等の特性を持ち、それと垂直な非走査方向では通常のカメラレンズの特性を持つ必要がある。つまり、光学的な軸に対して非対称な特性を持つ必要がある。

【００２６】

【発明の概要および実施形態】

本発明は、光を偏向走査する光偏向手段と、光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有する投射型表示光学系において、投射光学系による投射光によって形成される画像の位置又は傾きを可変としたものである。

【００２７】

以下、本発明の概要を実施形態とともに説明する。まず、実施形態の構成諸元の表し方および実施形態全体の共通事項について説明する。

【００２８】

図１は、実施形態の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本実施形態では、物体側から像面の中心を通って進む１つの光線（図１中に一点鎖線で示し、以下、基準軸光線と呼ぶ）に沿ってｉ番目の面を第ｉ面とする。

【００２９】

図１において、第１面Ｒ１は屈折面、第２面Ｒ２は第１面Ｒ１に対してチルトした反射面、第３面Ｒ３，第４面Ｒ４は各々の前面に対してシフト、チルトした反射面、第５面Ｒ５は第４面Ｒ４に対してシフト、チルトした屈折面である。

【００３０】

第１面Ｒ１から第５面Ｒ５までの各々の面は、ガラス、プラスチック等の媒質で構成される１つの光学素子上に構成されており、図１中では第１の光学素子Ｂとしている。

【００３１】

従って、図１の構成では、不図示の物体面から第１面Ｒ１までの媒質は空気、第１面Ｒ１から第５面Ｒ５まではある共通の媒質、第５面Ｒ５から不図示の第６面（像面）Ｒ６までの媒質は空気である。

【００３２】

本実施形態の光学系は、Off-Axial光学系であるため、光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本実施形態においては、まず第１面の中心を原点とする絶対座標系を設定する。

【００３３】

そして、本実施形態においては、第１面の中心点を原点とすると共に、原点と最終結像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義する。さらに、本実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

【００３４】

本実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すればよい。但し、一般的には、像面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第１面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を基準軸に設定するとよい。

【００３５】

つまり、本実施形態においては、基準軸は、第１面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が各屈折面および反射面によって屈折・反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は、基準軸光線が屈折・反射を受ける順番に設定している。

【００３６】

従って、基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。また、本実施形態において、物体面側、パネル面側および有効被投射面側、像面側、有効被投射面側等とは、基準軸の方向に対してどちら側であるかを意味している。

【００３７】

本実施形態における光学系の絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【００３８】

Ｚ軸：原点と物体面中心を通る直線。物体面から第１面Ｒ１に向かう方向を正とする。

【００３９】

Ｙ軸：原点を通り、右手座標系の定義に従ってＺ軸に対して反時計回り方向に９０°をなす直線。

【００４０】

Ｘ軸：原点を通り、Ｚ，Ｙ各軸に垂直な直線。

【００４１】

また、光学系を構成する第ｉ面の面形状およびチルト角を表すには、絶対座標系にてその面の形状およびチルト角を表記するより、基準軸と第ｉ面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表し、基準軸とローカル座標系の成す角でチルト角を表した方が形状を認識する上で理解し易い。このため、本実施形態では、第ｉ面の面形状を以下のローカル座標系で表す。このために、まず基準軸上の任意の点に対して以下の基準軸上座標系を設定する。

【００４２】

ｚｂ軸：基準軸上の任意の点を通り、基準軸の方向を正とする直線。基準軸の偏向点においては入射方向を正とする

ｙｂ軸：基準軸上の任意の点を通り、右手座標系の定義に従ってｚｂ軸に対して反時計回り方向に９０°をなす直線。絶対座標系の原点で絶対座標系のＹ軸と一致し、以降、ｚｂ軸に対する回転はないものとする。

【００４３】

ｘｂ軸：基準軸上の任意の点を通り、ｚｂ，ｙｂ各軸に垂直な直線。

【００４４】

次に、ローカル座標系を設定する。

【００４５】

ｚ軸：ローカル座標の原点を通る面の法線。

【００４６】

ｙ軸：ローカル座標の原点を通り、右手座標系の定義に従ってｚ方向に対し反時計回り方向に９０°をなす直線。

【００４７】

ｘ軸：ローカル座標の原点を通り、ｙｂｚｂ面に対して垂直な直線。

【００４８】

従って、第ｉ面のｙｂｚｂ面内でのチルト角は、ローカル座標系のｚ軸が基準軸上座標系のｚｂ軸に対して反時計回り方向を正とした角度θｘｂｉ（単位°）である。

【００４９】

また、第ｉ面のｘｂｚｂ面内でのチルト角は、基準軸上座標系のｚｂ軸に対して反時計回り方向を正とした角度θｙｂｉ（単位°）で表され、第ｉ面のｘｂｙｂ面内でのチルト角は、基準軸上座標系のｙｂ軸に対して反時計回り方向を正とした角度θｚｂｉ（単位°）で表す。

【００５０】

ただし、通常、角度θｚｂｉは面の回転に相当するもので、本実施形態においては存在しない。図２はこれらの絶対座標系、基準軸上座標系、ローカル座標系の相互関係を表している。

【００５１】

また、Ｄｉは第ｉ面と第（ｉ＋１）面とのローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、Ｎｄｉ，νｄｉはそれぞれ第ｉ面と第（ｉ＋１）面間の媒質の屈折率とアッベ数を表す。

【００５２】

ここで、球面の形状は以下の式で表される。

【００５３】

【数１】

【数1】

$$z=\frac{\left(x^2+y^2\right)/Ri}{1+\left\{1-\left(x^2+y^2\right)/Ri^2\right\}^{1/2}}$$

【００５４】

また、本実施形態の光学系は、少なくとも回転非対称な非球面を１面以上有し、その形状は以下の式により表される。

【００５５】

$$z=C02y^2+C20x^2+C03y^3+C21x^2y+C04y^4+C22x^2y^2+C40x^4$$
$$+C05y^5+C23x^2y^3+C41x^4y+C06y^6+C24x^2y^4+C42x^4y^2+C60x^6$$

上記曲面式は、ｘに関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面はｙｚ面を対称面とする面対称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合はｘｚ面に対して対称な形状を表す。

【００５６】

$C03=C21=t=0$

さらに、

$C02=C20$, $C04=C40=C22/2$, $C06=C60=C24/3=C42/3$

が満たされる場合は回転対称の形状を表す。以上の条件を満たさない場合は回転非対称の形状である。

【００５７】

次に、本実施形態の投射型表示光学系により形成される２次元像面を被投射面上で移動若しくは傾けることによる、該光学系の投射角について定義する。図３は、本実施形態における被投射面と２次元像面との位置関係を表している。

【００５８】

Ｐは本実施形態の投射型表示光学系を備えた投射型画像表示装置であり、Ｓは実際に画像（映像）表示が行われる２次元像面を示す。また、Ｅは像面Ｓが良好

な結像性能を保ったまま移動可能な、スクリーン等の被投射面となる領域であり、これを以下、有効被投射面と呼ぶ。また、有効被投射面Ｅ内での像面Ｓの位置を、本光学系の射出瞳の中心から像面Ｓの中心に到達する基準軸のｘ成分およびｙ成分と被投射面の法線とのなす角度で表し、それぞれ投射角ｑｘ，ｑｙとする。

【００５９】

本実施形態の投射型表示光学系において、良好な光学性能を保ったまま投射角を可変とするための基本的な原理を、図４を用いて説明する。

【００６０】

図４において、Ｌは光源として用いられる、発光ダイオードやレーザ等の変調光発信器であり、外部に設けられた映像情報供給装置（パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオ、ＤＶＤプレーヤ等）から供給される映像信号に対応して変調した光を発する。なお、変調光発信器Ｌからは単色光若しくはＲＧＢ３色の光が射出される。

【００６１】

Ｃは変調光発信器Ｌの変調光を平行光にするためのコリメータレンズである。また、ＭＤは光走査デバイスであり、ＭＥＭＳ（Micro-Electro-Mechanical Systems）デバイスを用いて構成されている。この光走査デバイスＭＤは、入射した光を、共振揺動する微小ミラーで反射することにより１次元方向又は２次元方向に偏向走査する。なお、ＭＥＭＳデバイスは、例えば半導体製造技術などを用いたＭＥＭＳ技術で作製されており、非常に小型・軽量化できる利点がある。

【００６２】

変調光発信器Ｌから発信された変調光は、コリメータレンズＣによりコリメートされ、光走査デバイスＭＤによる偏向を受けて、光走査デバイスＭＤによる後述する投射光学系ＳＰがないとした場合に変調光が走査される被走査面Ｅ’内の領域Ｂ１内にて走査される。

【００６３】

ここで、レンズＣは領域Ｂ１において一様な収差状態で走査する能力を有していればよいので、この領域Ｂ１で結像面を形成してもよい。すなわち、レンズＣ

はコリメータレンズに限るものではなく、結像能力を有してもよい。

【００６４】

このとき、実際に光が走査される領域Ｂ１をＡ１又はＣ１に移動させても、これら領域内での光学性能は不変である。すなわち、実際に光が走査される領域は被走査面Ｅ’上で光学性能を保ったまま連続的に移動することになる。光が走査される領域を移動させるための手段については後述する。

【００６５】

但し、光走査デバイスＭＤは、ある方向を基準に光を走査することになるので、光走査デバイスＭＤ中の走査面（ミラー面）の中心と光の被走査範囲の中心とを結ぶ直線Ｌ１に対して、走査面に入射する基準軸光線のなす角の二等分線の方向を光走査デバイスＭＤの基準面法線方向Ｄ１と呼ぶことにする。

【００６６】

また、前述したように、レンズＣが結像性能を有している場合は、変調光が走査される領域Ｂ１（被走査面Ｅ’）での結像面が光走査デバイスＭＤ中の走査面の中心を曲率中心とする球面上に形成されていることが望ましい。これにより、領域Ｂ１をＡ１又はＣ１に移動させる場合に、光学性能を保ったまま、連続的に被走査面Ｅ’上を移動させることができる。

【００６７】

次に、図４に示すように、曲率を持つ反射面を構成要素として含む投射光学系ＳＰを、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭが投射光学系ＳＰの入射瞳位置ＳＳ（ＩＮＰ）に位置するように配置することで、被走査面Ｅ’にて走査される変調光を投射光学系ＳＰに導く。このとき、投射光学系ＳＰは、光走査デバイスＭＤの全ての被走査範囲の変調光を被投射面Ｅに良好な光学性能で結像させるように設計されている。

【００６８】

さらに、曲率を持つ反射面を構成要素として含む投射光学系ＳＰを用いることで、Off-Axial 光学系の特性により、有効被投射面Ｅに対して変調光を斜めに投影することが可能である。このとき、領域Ａ１，Ｂ１，Ｃ１で走査される変調光は投射光学系ＳＰに導かれるが、実際には、投射光学系ＳＰの最初の面である第

１面Ｒ１上を走査することになる。

【００６９】

本実施形態では、被走査面Ｅ’内の領域Ａ１，Ｂ１，Ｃ１で走査される変調光が投射光学系ＳＰの第１面Ｒ１上に導光される領域をそれぞれ、導光領域Ａ１’，Ｂ１’，Ｃ１’と呼ぶことにする。

【００７０】

従って、変調光発信器Ｌから発信された変調光はコリメータレンズＣ、光走査デバイスＭＤおよび投射光学系ＳＰを介して有効被投射面Ｅ上の領域Ｂ２に投影されることになる。ここで前述したように、光走査デバイスＭＤの基準面法線方向Ｄ１を回転させることで、投射光学系ＳＰの第１面Ｒ１上の導光領域Ａ１’，Ｂ１’，Ｃ１’で走査された変調光はそれぞれ、有効被投射面Ｅ上の領域Ａ２，Ｂ２，Ｃ２に結像する。この結果、本実施形態では、投射光学系ＳＰが良好な光学性能を保証する範囲である被投射面Ｅ内において任意の投射角で変調光を投射し、画像を表示することが可能である。

【００７１】

さらに、第１面Ｒ１上の導光領域Ａ１’，Ｂ１’，Ｃ１’において、各領域内の収差の発生が一様であれば、結像していてもいなくてもよいことは前述した通りである。ここでは、変調光が平行光でない場合、すなわち投射光学系ＳＰを除いても結像性能を有している場合について示す。

【００７２】

被走査範囲Ｅ’内の領域Ｂ１では、必ずしも球面上に結像していなくてもよい。すなわち、領域Ｂ１での像面が球面を形成している必要はない。言い換えると、前述した原理説明から分かるように、投射角を可変にするためには、領域Ｂ１で形成される像が被走査面Ｅ’上を一様な光学性能を保ったまま連続的に移動することが必要であり、それを理想的に実現するのが被走査面Ｅ’を球面とすることである。

【００７３】

しかし実際には、焦点深度やディストーション等の光学性能の許容量には幅があるので、この許容量に収まる場合には、被走査面Ｅ’はどのような面形状でも

よく、必ずしも球面である必要はない。

【００７４】

さらに、本実施形態の投射光学系ＳＰが有効被投射面Ｅ上で２次元的に像面Ｓを可変とする際には、各アジムス方向で全画角の収差の発生がそれぞれ一様であれば充分に補正されている必要はない。これは、全画角の収差の発生が一様であれば、投射光学系ＳＰによって補正が可能であるからである。

【００７５】

また、有効被投射面Ｅ上で１次元的に一方向にのみ像面Ｓの位置を移動させることができるようにする際には、移動方向でのみ全画角の収差の発生が一様であれば、移動しない方向の結像性能が良好である必要はない。これも、投射光学系ＳＰによって補正が可能であるからである。

【００７６】

有効被投射面Ｅ上で像面Ｓを任意の拡大率で表示するズーム機能に関して、本実施形態では、前述した投射光学系ＳＰの第１面にて走査された変調光を投射光学系ＳＰで有効被投射面Ｅ上に拡大投影しているので、投射光学系ＳＰの第１面Ｒ１上の導光領域の大きさを拡大、縮小させることにより、ズーム機能を実現できる。さらに、この投射光学系ＳＰの第１面上での導光領域を変化させることは、光走査デバイスＭＤにより電気的に行えるので、通常の光学群がシフトするズーム機構に比べて容易に実施できる。

【００７７】

（実施形態１）

図６には、本発明の実施形態１である投射型画像表示装置に搭載される投射型表示光学系の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスＭＤ（微小ミラーＭ）の基準面法線方向（図３に示すＤ１）を機械的に変化させることにより、有効被投射面Ｅ上での映像表示位置を変化させる。

【００７８】

ここで、図７（ａ）には、図６の光走査デバイスＭＤを拡大して示している。この光走査デバイスＭＤは、微小ミラーＭを高速で振動（揺動）させることで、入射した変調光を偏向走査する。図７（ｂ）は、時間ｔと微小ミラーＭの回転角

の変化を示している。微小ミラーＭは、角度＋θと－θとの間を高速で往復揺動する。

【００７９】

ＴはミラーＭの基準面法線方向を変えるための回転部材であり、この回転部材Ｔには駆動モータＤが連結されている。駆動モータＤが回転することで。回転部材Ｔとともに光走査デバイスＭＤの全体が回転し、微小ミラーＭの基準面法線方向が変わる。駆動モータＤの動作および光走査デバイスＭＤの動作は、制御回路ＣＣによって制御される。制御回路ＣＣは、映像情報供給装置ＩＰから入力された映像信号の水平・垂直同期信号等に同期して微小ミラーＭを揺動させるよう制御する（以下の実施形態でも同様である）。

【００８０】

本実施形態では、変調光を、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭにより所定の１次元方向（第１の方向：有効被投射面Ｅ上でいう水平方向）に走査し、さらに光走査手段としてのガルバノミラーＧを揺動させて上記第１の方向に直交する第２の方向（有効被投射面Ｅ上でいう垂直方向）に走査することにより、変調光を２次元方向に走査する。

【００８１】

また、変調光が走査される領域の移動は、前述したように駆動モータＤにより回転部材Ｔを介して光走査デバイスＭＤの基準面法線方向を変化させることで行う。このため、本実施形態によれば、図６に示すように、有効被投射面Ｅ上の任意の位置に２次元映像Ｓ１～Ｓ３（像面Ｓ）を投影することができる。

【００８２】

ここで、上記第２の方向の走査において、通常のガルバノミラーは、正弦波で表される揺動をするが、この場合、揺動の中心部と周辺部とでは走査速度に差が生じる。そこで、本実施形態の投射光学系ＳＰでは、第２の方向に関し、上記走査速度差を補正して、有効被投射面Ｅ上に良好な映像を投影する。

【００８３】

図８は、時間ｔに対するガルバノミラーＧの回転角の変化を示している。ガルバノミラーの回転の全域を投射光学系ＳＰを構成する光学面の形状によって補正

するのは困難なので、本実施形態では、図８中に太線で示す回転領域（＋θ’～－θ’）に関してのみ補正することができるように、投射光学系ＳＰの光学面の形状を設定する。

【００８４】

但し、この補正を行うと、投射光学系ＳＰへの導光領域を第２の方向に移動させた場合には、投射光学系ＳＰでの補正が効かなくなる。このため、本実施形態では、上記第１の方向にのみ変調光の投射光学系ＳＰへの導光領域を移動可能とし、これにより、有効被投射面Ｅ上でも第１の方向にのみ像面Ｓを移動可能としている。

【００８５】

また、図８に太線で示すガルバノミラーＧの回転領域が直線とみなせる場合、第２の方向に像面Ｓを移動させることは可能である。

【００８６】

さらに、本実施形態では、制御回路ＣＣにより、映像情報供給装置ＩＰから変調光発信器Ｌへの映像信号の入力タイミングに同期させて回転部材Ｔの回転位置（光走査デバイスＭＤの基準面法線方向）を切り換えることによって、有効被投射面Ｅ上の複数領域に映像を表示することが可能となる。ここにいう「同期」について図９を用いて説明する。

【００８７】

図９には、基準面法線方向の変化に合わせたタイミングで変調光発信器Ｌに入力する映像信号を変化させることで、有効被投射面Ｅ上の複数領域に映像を表示する原理を示している。ＬＣは変調光発信器ＬおよびコリメータレンズＣを含む光源光学系である。

【００８８】

光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭによる走査により投射光学系ＳＰに導かれた変調光は、有効被投射面Ｅ上のある位置に映像として表示される。このとき、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭの基準面法線方向を回転部材Ｔの回転によりａ’，ｂ’に変化させることで、映像表示位置（像面Ｓの位置）はＡおよびＢに移動可能である。さらに、基準面法線方向がａ’のときには映像情報供給装置Ｉ

Ｐから変調光発信器Ｌに映像信号ａを、基準面法線方向がｂ’のときには映像情報供給装置から変調光発信器Ｌに映像信号ｂを入力し、これらの切換えを高速で行うことで、有効被投射面Ｅ上に複数の映像Ａ，Ｂを異なる位置に表示することができる。

【００８９】

図１０（ａ），（ｂ）は、回転部材Ｔの回転により基準面法線方向を変えられたミラーＭの揺動状態を示している。図１０（ａ）に示すように微小ミラーＭが＋θ１～＋θ２の間で揺動しているときには映像信号ａが、図１０（ｂ）に示すように微小ミラーＭが－θ２～－θ１の間で揺動しているときには映像信号ｂを変調光発信器Ｌに入力することで、同時に異なる情報を持つ複数の映像を表示することができる。

【００９０】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図１１および図１２を用いて説明する。

【００９１】

図１１には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面Ｅに対する変調光の投射の様子を、図１２には、変調光発信器Ｌおよびコリメータレンズ Ｃを含む光源光学系ＬＣと、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭと、ガルバノミラーＧと、投射光学系ＳＰとを拡大して示している。光源光学系ＬＣ（コリメータレンズＣ）からは平行光とされた変調光が微小ミラーＭに入射している。

【００９２】

本実施形態では、微小ミラーＭは投射光学系ＳＰの入射瞳（絞り）位置ＳＳ（ＩＮＰ）に配置されている。また、ガルバノミラーＧの揺動角は最大$\theta_{x,gmax}$＝４５°±３．３０°である。前述したように、正弦波揺動するガルバノミラーＧの揺動中心部と周辺部とでは走査速度に差があるので、本実施形態では、全揺動角度の一部を用い、さらに投射光学系ＳＰで上記走査速度差を補正している。本実施形態でのガルバノミラーＧにおいて実際に光の走査に使用される揺動角は$\theta_{x,g}$＝４５°±２．６４°である。

【００９３】

また、Ｒ１～Ｒ６は投射光学系ＳＰを構成する６つの光学面であり、これら光学面Ｒ１～Ｒ６は、内部が光学硝子で満たされたプリズム形状の一体型の光学素子上に形成されている。Ｒ１，Ｒ６は光線が出入りする屈折面であり、回転非対称非球面により形成されている。また、Ｒ２～Ｒ５は反射面であり、回転非対称非球面により形成されている。

【００９４】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系ＳＰは、変調光発信器Ｌで変調され、コリメータレンズＣを通過し、微小ミラーＭおよびガルバノミラーＧで偏向走査された光を、図１１に示す有効被投射面Ｅに導き、有効被投射面Ｅ上に２次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。

【００９５】

なお、図１１では、有効被投射面Ｅの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系ＳＰが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーＭおよびガルバノミラーＧによって投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）に導光される領域に合わせて、有効被投射面Ｅ上の部分的な領域に映像を表示する。

【００９６】

また、本実施形態において、有効被投射面Ｅの大きさは３０４．８×８１２．８ｍｍである。また、像面Ｓの大きさは、前述したように投射光学系ＳＰに導光される領域に応じて有効被投射面Ｅ内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Ｓを縦横比３：４の２０インチ（３０４．８×４０６．４ｍｍ）とすると、有効被投射面Ｅの法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Ｓを傾けることができる範囲）は、

ｑｘ：－２２．１２°～２２．１２°

ｑｙ：２３．４３°

である。

【００９７】

また、微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±６．１２°である。ガルバノミ

ラーＧの第２の方向の振れ角は±３．３０°であり、実際に光の走査に使用される揺動角は、前述したように±２．６４°である

また、有効被投射面Ｅの全域を走査する場合、微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±１２．２４°、ガルバノミラーＧの第２の方向の振れ角は±３．３０°（走査に使用される振れ角は±２．６４°）である。

【００９８】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳径　３ｍｍ

可変投射角度範囲　qx：－22.12°～22.12°、qy：23.43°

面i	Yi	Zi	Di	θx,i	Ni	νi	
1	0.00	0.00	4.00	0.00	1		絞り・微小ミラー
2	0.00	4.06	4.00	45.00	1		ガルバノミラー
3(R1)	-4.00	4.00	10.00	0.00	1.56093	62.55	透過面
4(R2)	-14.00	4.00	10.00	-20.00	1.56093	62.55	反射面
5(R3)	-6.34	10.43	10.00	23.86	1.56093	62.55	反射面
6(R4)	-16.25	11.77	12.00	-23.00	1.56093	62.55	反射面
7(R5)	-6.83	19.21	12.00	17.35	1.56093	62.55	反射面
8(R6)	-18.81	18.46	500.00	0.00	1		透過面
9	-517.83	-12.72		-23.43	1		像面

非球面形状

面

R1　C02= 4.70688e-003　C20=-5.25100e-003

C03=-1.63906e-004　C21= 1.62250e-003

C04= 3.96081e-004　C22=-5.70982e-005　C40= 1.42995e-006

C05= 4.42970e-005　C23= 1.02422e-004　C41= 3.07744e-005

C06=-1.42589e-006　C24= 4.27558e-005　C42= 1.75898e-005

C60= 1.64133e-006

R2 C02= 1.41088e-002 C20= 1.72867e-002
C03=-3.12679e-004 C21= 8.17068e-005
C04= 7.18131e-005 C22=-1.33884e-005 C40=-7.06959e-006
C05= 4.27876e-006 C23= 6.42627e-006 C41= 3.82177e-006
C06=-3.04089e-007 C24= 2.17242e-006 C42= 1.05562e-006
C60= 1.11861e-007

R3 C02= 9.51837e-003 C20= 3.48084e-002
C03=-2.12898e-003 C21=-1.50152e-003
C04= 6.56344e-004 C22=-4.00998e-004 C40=-3.33150e-004
C05=-9.44327e-005 C23= 8.03325e-005 C41= 6.42858e-005
C06= 1.84780e-005 C24= 1.54276e-005 C42= 1.77914e-005
C60= 2.70518e-006

R4 C02=-1.55047e-002 C20=-1.79597e-002
C03= 8.84215e-004 C21=-2.78740e-003
C04=-7.45243e-004 C22=-5.37876e-004 C40=-1.64028e-004
C05=-3.68607e-004 C23=-1.75140e-004 C41=-3.01304e-005
C06= 8.82358e-005 C24=-4.61749e-005 C42=-6.65597e-006
C60= 2.46470e-006

R5 C02=-2.29132e-002 C20=-2.59682e-002
C03= 6.38591e-005 C21= 1.03319e-004
C04=-4.85418e-005 C22=-1.94137e-005 C40=-1.13710e-005
C05= 8.40921e-007 C23= 4.61244e-007 C41=-6.66116e-007
C06=-2.61050e-007 C24=-2.11583e-007 C42=-8.29075e-008
C60=-2.74614e-008

R6 C02=-1.87477e-005 C20=-1.39032e-002
C03=-5.88941e-004 C21=-4.53244e-004
C04= 3.44834e-004 C22=-1.90007e-004 C40=-9.21760e-005
C05=-1.41998e-004 C23= 5.54286e-005 C41= 1.93196e-006
C06= 9.50410e-006 C24= 1.17340e-006 C42=-1.07304e-006

C60= 6.99852e-007

【００９９】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学系は２次元像面を有効被投射面Ｅ上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面Ｅ（像面Ｓ）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図５に示す。投射光学系ＳＰに要求される性能は、微小ミラーＭが±１２．２４°振れ、かつガルバノミラーＧが±３．３０°振れたときの光線について投射有効領域Ｅ上で所要の性能が確保されていればよい。

【０１００】

本実施形態における有効被投射面Ｅでのディストーションの様子を図１３に、図５の①～⑤の評価位置での横収差図を図１４に示す。図１４の横収差図において、横軸は瞳面上でのｘ軸あるいはｙ軸であり、縦軸は有効被投射面Ｅでの収差量を意味している。また、図１４において、実線は赤の色光の横収差を、点線は緑の色光の横収差を、一点鎖線は青の色光の横収差を示している。

【０１０１】

図１３から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図１４から分かるように、有効被投射面Ｅに投射される変調光は収差が少なく良好に結像している。

【０１０２】

（実施形態２）

図１５には、本発明の実施形態２である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスＭＤ（微小ミラーＭ）の基準面法線方向を、第２のガルバノミラーＧＴで変化させる場合について説明する。

【０１０３】

本実施形態では、光走査デバイスＭＤにより変調光を所定の１次元方向（１の方向：有効被投射面Ｅ上でいう水平方向）に走査し、第１のガルバノミラーＧによって第１の方向に直交する第２の方向（有効被投射面Ｅ上でいう垂直方向Ｙ）

に走査する。これにより、投射光学系ＳＰへの導光領域内を２次元的に走査している。

【０１０４】

また、投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）への導光領域（つまりは、有効被投射面Ｅでの映像表示位置）の移動は、第２のガルバノミラーＧＴを投射光学系の入射瞳ＩＮＰを中心に回転させることで行う。

【０１０５】

ここで、第２の方向の走査において、通常のガルバノミラーは、図８に示したように正弦波で表される揺動をしているので、揺動の中心部と周辺部とで走査速度に差が生じる。そこで、本実施形態の投射光学系ＳＰでは、走査速度差を有効被投射面Ｅの全域の第２の方向に関して補正し、有効被投射面Ｅ上に良好な画像（映像）を投影している。但し、揺動の全域を投射光学系ＳＰの光学面形状で補正するのは困難なので、図８に太線で示す揺動領域のみ光の走査に使用し、このときの走査速度差を投射光学系ＳＰにより補正している。この場合、有効被投射面Ｅについて補正している。

【０１０６】

この補正を行うと、有効被投射面Ｅ上にて変調光を投射する領域を第２の方向に移動させた際にも投射光学系ＳＰによる補正が効いているので、光走査デバイスＭＤにより変調光を走査するとともに、第２のガルバノミラーＧＴの回転により投射光学系ＳＰへの導光領域を移動させることで、有効被投射面Ｅ上での２次元像面Ｓの位置を移動させることができる。図１６（ａ），（ｂ）にはそれぞれ、このときの光走査デバイスＭＤにおける微小ミラーＭの揺動および第１のガルバノミラーＧの揺動波形を示している。図１６において、横軸は時間、縦軸は微小ミラーＭおよび第１のガルバノミラーＧの揺動角である。なお、微小ミラーＭの揺動および第１のガルバノミラーＧの揺動波形は本来は正弦波形であるが、ここでは簡単のため図のように示している。

【０１０７】

図１６から分かるように、微小ミラーＭの基準面法線方向が異なることにより、有効被投射面Ｅ上での２次元映像Ｓ１～Ｓ３の位置に対応して、微小ミラーＭ

の揺動の基準位置が変化している。第１のガルバノミラーＧについても同様である。

【０１０８】

また、制御回路ＣＣにより、微小ミラーＭによる変調光の走査タイミングおよび第２のガルバノミラーＧＴの回転タイミングと、映像情報供給装置ＩＰからの変調光発信器Ｌへの映像信号の入力タイミングとを同期させることで、有効被投射面Ｅ上での複数の領域を変調光で走査し、有効被投射面Ｅ上に複数の２次元映像Ｓ１～Ｓ３を表示することができる。

【０１０９】

複数の２次元映像を表示する原理は実施形態１で説明したのと同様であるが、本実施形態では、実施形態１にて微小ミラーＭ自体の基準面法線方向を変化させるのではなく、第２のガルバノミラーＧＴによって基準面法線方向を変化させ、各基準面法線方向で微小ミラーＭと第１のガルバノミラーＧとにより変調光の２次元走査が行われる。そして、異なる基準面法線方向が設定されているときに、それぞれ異なる映像信号を変調光発信器Ｌに入力する。

【０１１０】

但し、第２のガルバノミラーＧＴが、この第２のガルバノミラーＧＴでの基準軸光線の反射において、入射光線および反射光線を含む面から外れる回転（本実施形態の場合、第２の方向に基準面法線方向を変化させるための回転）をする場合、投射光学系ＳＰへの変調光の導光領域の形状と第２のガルバノミラーＧＴとがねじれの関係になり、その結果、有効被投射面Ｅ上での画像はこの有効被投射面Ｅ内で回転してしまう。これを補正するためには、投射光学系ＳＰへの変調光の導光領域を、微小ミラーＭにより有効被投射面Ｅ上で上記ねじれによる回転が相殺されるように、予め回転させておけばよい。

【０１１１】

また、これが困難な場合には、第２のガルバノミラーＧＴを第１の方向にのみ回転するガルバノミラーと第２の方向にのみ回転するガルバノミラーとに分ければよい。

【０１１２】

本実施形態において用いられる投射光学系ＳＰは、実施形態１の投射光学系ＳＰと同じものである。有効被投射面Ｅの大きさは、３０４．８×８１２．８ｍｍである。

【０１１３】

また、像面Ｓの大きさは、前述したように、投射光学系ＳＰへの導光領域によって有効被投射面Ｅ上で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Ｓを縦横比３：４の２０インチ（３０４．８×４０６．４ｍｍ）とすると、有効被投射面Ｅの法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Ｓを傾けることができる範囲）は、

ｑｘ：－２２．１２°～２２．１２°

ｑｙ：２３．４３°

である。微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±６．１２°、第１のガルバノミラーＧの第２の方向の振れ角は±３．３０°である。また、有効被投射面Ｅの全域を走査した場合、微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±１２．２４°、第１のガルバノミラーＧの第２の方向の振れ角は±３．３０°である。

【０１１４】

さらに、本実施形態において、２０インチの像面Ｓを想定すると、ｑｙは固定されているが、２０インチ未満であればｑｙの方向にも映像表示位置を移動可能である。例えば、１５インチの像面を想定した場合、補正投射角度範囲は、

ｑｘ：－２６．９３°～２６．９３°

ｑｙ：－１９．６４°～２６．９９°

である。

【０１１５】

（実施形態３）

図１７には、本発明の実施形態３である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスＭＤとして、微小ミラーＭが所定の１次元方向（第１の方向：有効被投射面Ｅ上でいう水平方向）およびこの第１の方向に対して直交する第２の方向（有効被投射面Ｅ上でいう垂直方向）の２次元方向に揺動するタイプのものを用いている。

【０１１６】

そして、光走査デバイスＭＤ（微小ミラーＭ）の基準面法線方向を、投射光学系ＳＰがこの投射光学系ＳＰの入射瞳ＩＮＰを中心に回転することで変化させる。これにより、投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）への導光領域を移動させ、有効被投射面Ｅ上での映像表示位置を移動させる。図１８には、投射光学系ＳＰが、投射光学系ＳＰの入射瞳ＩＮＰを中心に回転する様子を示している。

【０１１７】

本実施形態によれば、前述した原理説明に従って、図１７に示すように、有効被投射面Ｅ上の任意の位置に２次元映像Ｓ１～Ｓ３を投影することができる。

【０１１８】

ここで、投射光学系ＳＰをこの投射光学系ＳＰの入射瞳ＩＮＰを中心に回転させることは、変調光発信器Ｌおよびコリメータレンズ Ｃを含む光源光学系ＬＣを投射光学系ＳＰの入射瞳ＩＮＰを中心に回転させることと等価である。

【０１１９】

さらに、投射光学系ＳＰ（或いは光源光学系ＬＣ）が回転することで、微小ミラーＭによる偏向光が投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）の複数の導光領域を走査し、制御回路ＣＣにより、映像情報供給装置ＩＰから変調光発信器Ｌへの映像信号の入力タイミングと微小ミラーＭの動作とを同期させることで有効被投射面Ｅ上において同時に複数の画像を表示することもできる。

【０１２０】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図１９および図２０を用いて説明する。図１９には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面Ｅに対する変調光の投射の様子を、図２０には、変調光発信器Ｌおよびコリメータレンズ Ｃを含む光源光学系ＬＣと、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭと、投射光学系ＳＰとを拡大して示している。光源光学系ＬＣ（コリメータレンズＣ）からは平行光とされた変調光が微小ミラーＭに入射している。

【０１２１】

本実施形態では、微小ミラーＭは、投射光学系ＳＰの入射瞳（絞り）位置ＳＳ（ＩＭＰ）に配置されている。

【０１２２】

また、Ｒ１～Ｒ４は投射光学系ＳＰを構成する４つの光学面としての反射面であり、これら反射面Ｒ１～Ｒ４の間は空気で満たされている。これら反射面Ｒ１～Ｒ４は回転非対称非球面により形成されている。

【０１２３】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系ＳＰは、変調光発信器Ｌで変調され、コリメータレンズＣを通過し、微小ミラーＭで偏向走査された光を、図１９に示す有効被投射面Ｅに導き、有効被投射面Ｅ上に２次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。図２０中のＳＳａは、投射光学系ＳＰの射出瞳である。

【０１２４】

なお、図１９では、有効被投射面Ｅの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系ＳＰが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーＭによって投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）に導光される領域に合わせて、有効被投射面Ｅ上の部分的な領域に映像を表示する。

【０１２５】

また、有効被投射面Ｅの大きさは、４３３．３×１００６．７ｍｍである。像面Ｓの大きさは、前述したように投射光学系ＳＰに導光される領域によって有効被投射面Ｅ内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Ｓを縦横比３：４の２０インチ（３０４．８×４０６．４ｍｍ）とすると、有効被投射面Ｅの法線と前述した基準軸とのなす角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Ｓを傾けることができる範囲）は、

ｑｘ：－３０．９６°～３０．９６°

ｑｙ：１６．９６°～２９．３３°

である。

【０１２６】

微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±４．９４°、第２の方向の振れ角は±３．７２°である。

【０１２７】

また、有効被投射面Ｅの全域を走査した場合、微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±１２．２４°、第２の方向の振れ角は±５．２７°である。

【０１２８】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳径　３ｍｍ

可変投射角度範囲　qx：－30.96°～30.96°　qy：16.96°～29.33°

面i	Yi	Zi	Di	θx,i	
1	0.00	0.00	10.00	0.00	絞り・微小ミラー
2(R1)	0.00	10.00	10.00	20.00	反射面
3(R2)	-6.43	2.34	10.00	-24.31	反射面
4(R3)	-7.93	12.23	12.00	26.20	反射面
5(R4)	-16.23	3.56	500.00	-16.50	反射面
6	77.29	494.74		23.43	像面

非球面形状

面

R1　C02=-1.14698e-002　C20=-1.47647e-002

C03= 2.61803e-004　C21= 2.83124e-004

C04= 8.76106e-006　C22= 1.56878e-005　C40=-3.00120e-006

C05= 4.68265e-007　C23= 5.37654e-006　C41= 2.65682e-006

C06=-3.62535e-007　C24= 5.74255e-007　C42= 8.82485e-007

C60= 2.27647e-007

R2　C02=-3.77624e-003　C20=-1.24281e-002

C03= 1.28459e-003　C21= 1.93663e-003

C04=-3.07144e-005　C22=-4.84910e-006　C40= 9.15597e-007

C05= 3.06335e-008　C23= 1.96314e-007　C41=-2.16124e-006

C06=-1.11420e-006　C24= 1.62664e-007　C42= 2.33015e-006

C60= 9.91494e-007

R3　C02= 2.45866e-002　C20= 3.07572e-002

C03= 1.66644e-004　C21= 1.90149e-003

C04=-2.44830e-004　C22=-1.23575e-004　C40=-4.47202e-005

C05= 3.24764e-006　C23=-5.56495e-005　C41=-2.12673e-005

C06= 6.84126e-006　C24=-7.62426e-006　C42= 7.90017e-009

C60=-2.39120e-006

R4　C02= 3.00715e-002　C20= 3.17079e-002

C03=-1.49194e-004　C21=-1.56115e-004

C04= 1.24352e-005　C22= 3.81478e-005　C40= 1.93389e-005

C05=-9.15325e-008　C23=-3.33463e-007　C41=-2.42578e-007

C06= 1.67219e-007　C24= 1.89644e-007　C42= 1.59822e-007

C60= 5.37644e-008

【０１２９】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学系は２次元像面を有効被投射面Ｅ上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面Ｅ（像面Ｓ）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図５に示す。投射光学系ＳＰに要求される性能は、微小ミラーＭが第１の方向に±１２．２４°振れ、かつ第２の方向に±５．２７°振れたときの光線について投射有効領域Ｅ上で所要の性能が確保されていればよい。

【０１３０】

本実施形態における有効被投射面Ｅでのディストーションの様子を図２１に、図５の①～⑤の評価位置での横収差図を図２２に示す。図２２の横収差図において、横軸は瞳面上でのｘ軸あるいはｙ軸であり、縦軸は有効被投射面Ｅでの収差量を意味している。

【０１３１】

図２１から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図２２から分かるように、有効被投射面Ｅに投射される変調光は、収差が少なく良好に結像している。

【０１３２】

（実施形態４）

図２３には、本発明の実施形態４である投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成を示している。本実施形態では、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭの基準面法線方向を電気的に変化させる。これにより、投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）への導光領域を移動させ、有効被投射面Ｅ上での映像表示位置を移動させる。

【０１３３】

図１６には、本実施形態において、実施形態２と同様に、微小ミラーＭを、その基準面法線方向を変化させて、揺動させている様子を示している。

【０１３４】

本実施形態によれば、前述した原理説明に従って、有効被投射面Ｅ上の任意の位置に２次元映像Ｓ１～Ｓ３を投影することができる。

【０１３５】

さらに、微小ミラーＭの基準面法線方向を変化させることで、微小ミラーＭによる偏向光が投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）の複数の導光領域を走査する。制御回路ＣＣにより、映像情報供給装置ＩＰから変調光発信器Ｌへの映像信号の入力タイミングに微小ミラーＭの動作を同期させることで有効被投射面Ｅ上において同時に複数の画像を表示することもできる。

【０１３６】

次に、本実施形態の投射型表示光学系の詳細について、図２４および図２５を用いて説明する。図２４には本実施形態の投射型表示光学系による有効被投射面Ｅに対する変調光の投射の様子を、図２５には、変調光発信器Ｌおよびコリメータレンズ Ｃを含む光源光学系ＬＣと、光走査デバイスＭＤの微小ミラーＭと、投射光学系ＳＰとを拡大して示している。光源光学系ＬＣ（コリメータレンズＣ）からは平行光とされた変調光が微小ミラーＭに入射している。

【０１３７】

本実施形態では、微小ミラーＭは、投射光学系ＳＰの入射瞳（絞り）位置ＳＳ（ＩＭＰ）に配置されている。

【０１３８】

また、Ｒ１～Ｒ６は投射光学系ＳＰを構成する６つの光学面であり、これら光学面Ｒ１～Ｒ６は、内部が光学硝子で満たされたプリズム形状の一体型の光学素子上に形成されている。Ｒ１，Ｒ６は光線が出入りする屈折面であり、回転非対称非球面により形成されている。また、Ｒ２～Ｒ５は反射面であり、回転非対称非球面により形成されている。

【０１３９】

回転非対称非球面である反射面を含む Off-Axial光学系としての投射光学系ＳＰは、変調光発信器Ｌで変調され、コリメータレンズＣを通過し、微小ミラーＭで偏向走査された光を、図２４に示す有効被投射面Ｅに導き、有効被投射面Ｅ上に２次元映像を形成するための Off-Axial系を利用した投射光学系である。

【０１４０】

なお、図２４では、有効被投射面Ｅの全域に光線を表示しているが、これは投射光学系ＳＰが全領域の光学性能を保証していることを表すものであり、実際は微小ミラーＭによって投射光学系ＳＰ（の第１面Ｒ１）に導光される領域に合わせて、有効被投射面Ｅ上の部分的な領域に映像を表示する。

【０１４１】

有効被投射面Ｅの大きさは、４３３．３×１００６．７ｍｍである。像面Ｓの大きさは、前述したように投射光学系ＳＰに導光される領域に応じて有効被投射面Ｅ内で任意であるので、ここでは一例を示し、その際の投射角を示す。像面Ｓを縦横比３：４の２０インチ（３０４．８×４０６．４ｍｍ）とすると、有効被投射面Ｅの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲（すなわち、像面Ｓを傾けることができる範囲）は、

ｑｘ：－３０．９６°～３０．９６°

ｑｙ：１６．９６°～２９．３３°

である。

【０１４２】

微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±４．９４°、第２の方向の振れ角は±３．７２°である。

【０１４３】

また、有効被投射面Ｅの全域を走査した場合、微小ミラーＭの第１の方向の振れ角は±１２．２４°、第２の方向の振れ角は±５．２７°である。

【０１４４】

以下、本実施形態の投射型表示光学系の構成データを示す。

入射瞳径　３ｍｍ

可変投射角度範囲　qx：－30.96°～30.96°　qy：16.96°～29.33°

面	Yi	Zi	Di	θx,i	Ni	νi	
1	0.00	0.00	5.00	0.00	1		絞り・微小ミラー
2(R1)	0.00	5.00	10.00	0.00	1.56093	62.55	透過面
3(R2)	0.00	15.00	10.00	20.00	1.56093	62.55	反射面
4(R3)	-6.43	7.34	10.00	-21.86	1.56093	62.55	反射面
5(R4)	-7.08	17.32	12.00	23.00	1.56093	62.55	反射面
6(R5)	-15.15	8.44	12.00	-18.40	1.56093	62.55	反射面
7(R6)	-14.00	20.38	500.00	0.00	1		透過面
8	33.76	518.10		23.43	1		像面

非球面形状

面

R1　C02= 5.08605e-003　C20= 1.12572e-003

　　C03= 1.73428e-003　C21=-8.18795e-004

　　C04= 3.23611e-004　C22= 1.92743e-004　C40= 2.22131e-006

　　C05= 2.87755e-006　C23= 7.58765e-006　C41=-2.01046e-005

　　C06=-2.56784e-006　C24=-4.74665e-007　C42= 3.65809e-006

　　C60=-1.28932e-006

R2　C02=-1.23451e-002　C20=-1.72589e-002

　　C03= 7.29854e-004　C21= 8.50784e-005

　　C04= 8.19669e-005　C22= 3.40601e-005　C40= 3.17541e-006

　　C05= 6.38661e-006　C23= 2.22230e-006　C41=-3.22456e-006

C06= 5.89639e-007　C24= 8.23832e-007　C42= 7.45790e-007

C60=-4.38454e-008

R3　C02=-9.81870e-003　C20=-2.74640e-002

C03= 3.75982e-003　C21= 2.20217e-003

C04= 6.64041e-005　C22= 3.56274e-004　C40= 2.13211e-004

C05=-7.31653e-005　C23=-1.04748e-004　C41=-6.83491e-005

C06= 7.27285e-006　C24= 7.42853e-006　C42= 1.50141e-005

C60=-7.18961e-007

R4　C02= 2.19064e-002　C20= 3.41315e-002

C03= 2.51338e-003　C21= 2.53949e-003

C04= 2.21613e-004　C22= 2.01248e-004　C40= 1.92071e-004

C05= 1.92089e-005　C23= 3.23607e-005　C41=-1.17077e-005

C06=-2.55132e-006　C24=-6.08272e-006　C42= 4.61526e-006

C60=-9.69626e-006

R5　C02= 2.86111e-002　C20= 2.98235e-002

C03=-1.76799e-004　C21=-1.22052e-004

C04= 1.79239e-005　C22= 3.46195e-005　C40= 1.66153e-005

C05= 9.29143e-007　C23= 8.82037e-007　C41= 4.95579e-008

C06= 1.00500e-007　C24= 2.06580e-007　C42= 1.62495e-007

C60= 3.19427e-008

R6　C02= 4.14148e-002　C20= 3.25266e-002

C03=-4.73810e-003　C21=-2.43031e-003

C04= 3.02738e-003　C22= 3.77780e-004　C40=-3.01440e-005

C05=-4.88783e-004　C23=-4.02943e-005　C41=-3.16463e-005

C06= 7.42021e-005　C24=-3.43148e-005　C42= 6.40989e-006

C60= 4.14423e-007

【０１４５】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。本実施形態の投射型表示光学

系は２次元像面を有効被投射面Ｅ上で移動させたり、傾けたりすることが可能であるが、有効被投射面Ｅ（像面Ｓ）での横収差を評価するための評価位置である①～⑤を図５に示す。投射光学系ＳＰに要求される性能は、微小ミラーＭが第１の方向に±１２．２４°振れ、かつ第２の方向に±５．２７°振れたときの光線について投射有効領域Ｅ上で所要の性能が確保されていればよい。

【０１４６】

本実施形態における有効被投射面Ｅでのディストーションの様子を図２６に、図５の①～⑤の評価位置での横収差図を図２７に示す。図２７の横収差図において、横軸は瞳面上でのｘ軸あるいはｙ軸であり、縦軸は有効被投射面Ｅでの収差量を意味している。また、図２７において、実線は赤の色光の横収差を、点線は緑の色光の横収差を、一点鎖線は青の色光の横収差を示している。

【０１４７】

図２６から分かるように、投影される画像（映像）には大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。また、図２７から分かるように、有効被投射面Ｅに投射される変調光は、収差が少なく良好に結像している。

【０１４８】

以上、各実施形態により様々な投射型表示光学系の構成について説明したが、本発明の投射型表示光学系の構成は各実施形態にて説明したものに限られない。

【０１４９】

すなわち、以上説明した各実施形態は、以下に示す各発明を実施した場合の一例に過ぎず、下記の各発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものである。

【０１５０】

〔発明１〕　光を偏向走査する光走査手段と、

反射面を含む複数の光学面を備え、前記光走査手段からの光を投射する投射光学系とを有し、

前記光走査手段から前記投射光学系に入射する光の、前記複数の光学面のうち最初の光学面への入射範囲を変化させることにより、前記投射光学系による投射光によって形成される画像の被投射面上での位置又は傾きを可変としたことを特

徴とする投射型表示光学系。

【０１５１】

本発明１によれば、コンパクトでありながら、被投射面上の任意の位置又は傾き角度で、歪みの少ない画像を表示できる投射型表示光学系を実現することができる。

【０１５２】

〔発明２〕　前記投射光学系の入射瞳を中心に回転して、前記最初の光学面への入射範囲を変化させる回転光学部材を有することを特徴とする発明１に記載の投射型表示光学系。

【０１５３】

〔発明３〕　前記回転光学部材が、前記光走査手段であることを特徴とする発明２に記載の投射型表示光学系。

【０１５４】

〔発明４〕　前記回転光学部材が、前記投射光学系を構成する部材であることを特徴とする発明２に記載の投射型表示光学系。

【０１５５】

〔発明５〕　前記光走査手段に光を入射させる光源光学系を有しており、

前記回転光学部材が、前記光源光学系を構成する部材であることを特徴とする発明２に記載の投射型表示光学系。

【０１５６】

〔発明６〕　前記投射光学系は、曲率を持つ反射面を含む光学ユニットであることを特徴とする発明１に記載の投射型表示光学系。

【０１５７】

〔発明７〕　前記反射面が回転非対称の非球面形状を有することを特徴とする発明８に記載の投射型表示光学系。

【０１５８】

〔発明８〕　前記光走査手段は、第１の方向に光を偏向走査する第１のミラー素子と、前記第１の方向に対して直交する第２の方向に光を偏向走査する第２のミラー素子とを有することを特徴とする発明１に記載の投射型表示光学系。

【０１５９】

〔発明９〕　発明１から８のいずれかに記載の投射型表示光学系と、外部から供給された画像信号に応じて変調した光を前記光走査手段に入射させる光源光学系とを有することを特徴とする投射型画像表示装置。

【０１６０】

〔発明１０〕　前記回転光学部材の回転位置を順次切り換えて、前記被投射面における複数位置に画像を形成する制御手段を有することを特徴とする発明９に記載の投射型画像表示装置。

【０１６１】

〔発明１１〕　前記光走査手段による光の被走査範囲を順次切り換えて、前記被投射面における複数位置に画像を形成する制御手段を有することを特徴とする発明９に記載の投射型画像表示装置。

【０１６２】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、投射光によって形成される画像の位置又は傾きを可変とした投射型表示光学系を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の実施形態における座標系の説明図。

【図２】

本発明の実施形態における絶対座標系、基準軸上座標系、ローカル座標系の説明図。

【図３】

本発明の実施形態における投射角の説明図。

【図４】

本発明の実施形態における投射角変更の原理を示す説明図。

【図５】

本発明の実施形態の結像性能の評価位置を示す説明図。

【図６】

本発明の実施形態１の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図７】

（ａ）は上記実施形態１の微小ミラーの基準面法線方向の回転方法を示す説明図であり、（ｂ）は微小ミラーの揺動波形を示す説明図。

【図８】

上記実施形態１において、正弦波で回転するガルバノミラーの光学的な利用範囲を示す説明図。

【図９】

上記実施形態１において、映像信号と回転部材の回転との同期について説明する図。

【図１０】

（ａ），（ｂ）は上記実施形態１における異なる基準面法線方向に対する微小ミラーの揺動波形を示す説明図。

【図１１】

上記実施形態１の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図１２】

上記実施形態１の投射型表示光学系の構成図。

【図１３】

上記実施形態１の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図１４】

上記実施形態１の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図１５】

本発明の実施形態２の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図１６】

（ａ），（ｂ）は上記実施形態２における異なる基準面法線方向に対する微小ミラーおよびガルバノミラーの揺動波形を示す説明図。

【図１７】

本発明の実施形態３の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図１８】

上記実施形態３の投射型表示光学系における投射光学系の回転を示す説明図。

【図１９】

上記実施形態３の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図２０】

上記実施形態３の投射型表示光学系の構成図。

【図２１】

上記実施形態３の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図２２】

上記実施形態３の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図２３】

本発明の実施形態４の投射型表示光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図２４】

上記実施形態４の投射型表示光学系による有効被投射面への投射の様子を示す図。

【図２５】

上記実施形態４の投射型表示光学系の構成図。

【図２６】

上記実施形態４の投射型表示光学系におけるディストーションを示す説明図。

【図２７】

上記実施形態４の投射型表示光学系における横収差を示す説明図。

【図２８】

ブレーナー型ガルバノミラーの構成を示す説明図。

【符号の説明】

Ｐ　投射型画像表示装置

Ｂ　光学素子

ＬＣ　光源光学系

Ｌ　変調光発信器

Ｃ　コリメータレンズ

Ｍ　微小ミラー

ＭＤ　光走査デバイス

Ｔ　回転部材

ＧＴ　第２のガルバノミラー

Ｇ　ガルバノミラー

ＳＰ　投射光学系

Ｒｉ　光学面

Ｅ　有効被投射面（スクリーン）

Ｅ’（光走査デバイスによる本来の）被走査面

Ｓ　像面

Ｓｉ　映像表示位置

Ａ１，Ｂ１，Ｃ１　（光走査デバイスによる本来の）被走査領域

Ａ１’，Ｂ１’，Ｃ１’　投射光学系での導光領域

Ａ２，Ｂ２，Ｃ２　有効被投射面上での結像領域

ＳＳ　絞り

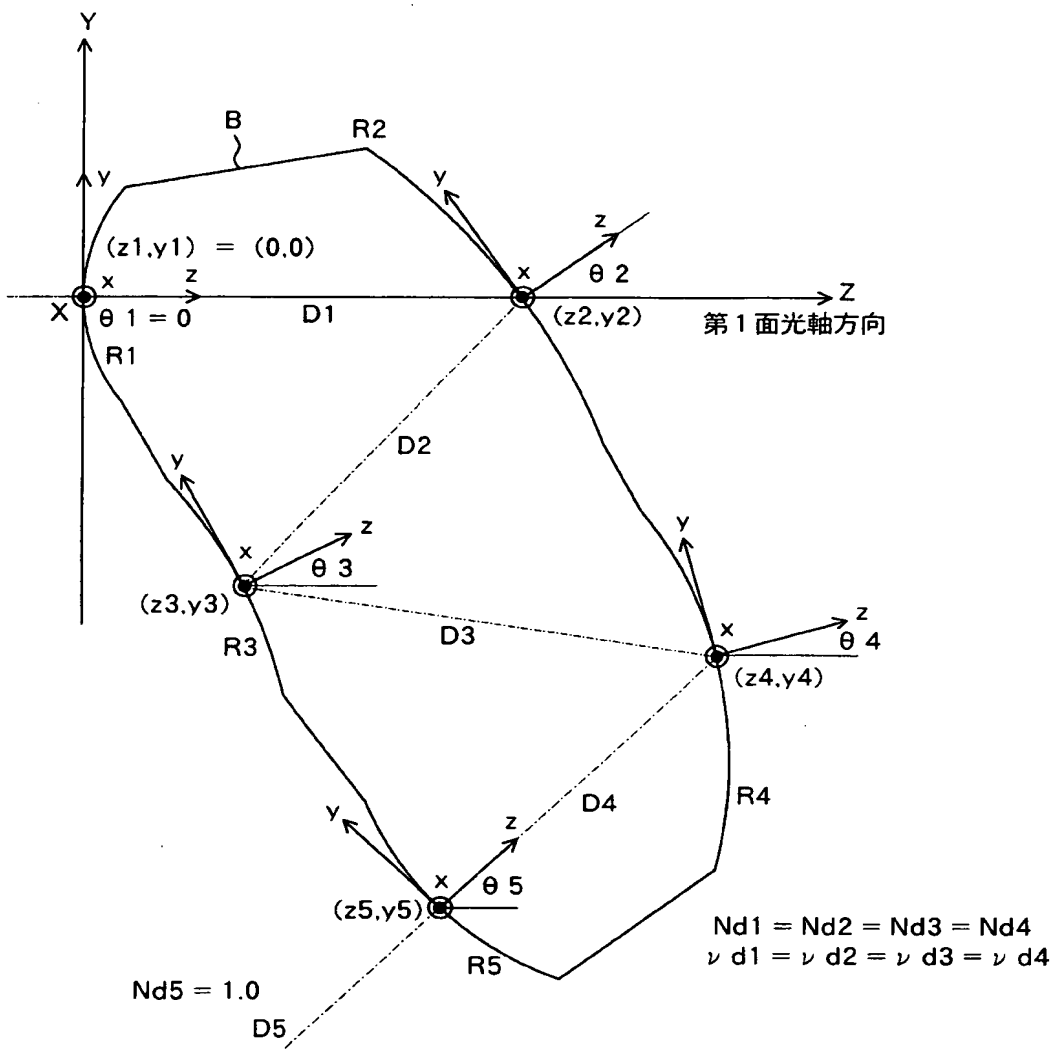
ＳＳａ　投射光学系の射出瞳

ＩＮＰ　投射光学系の入射瞳

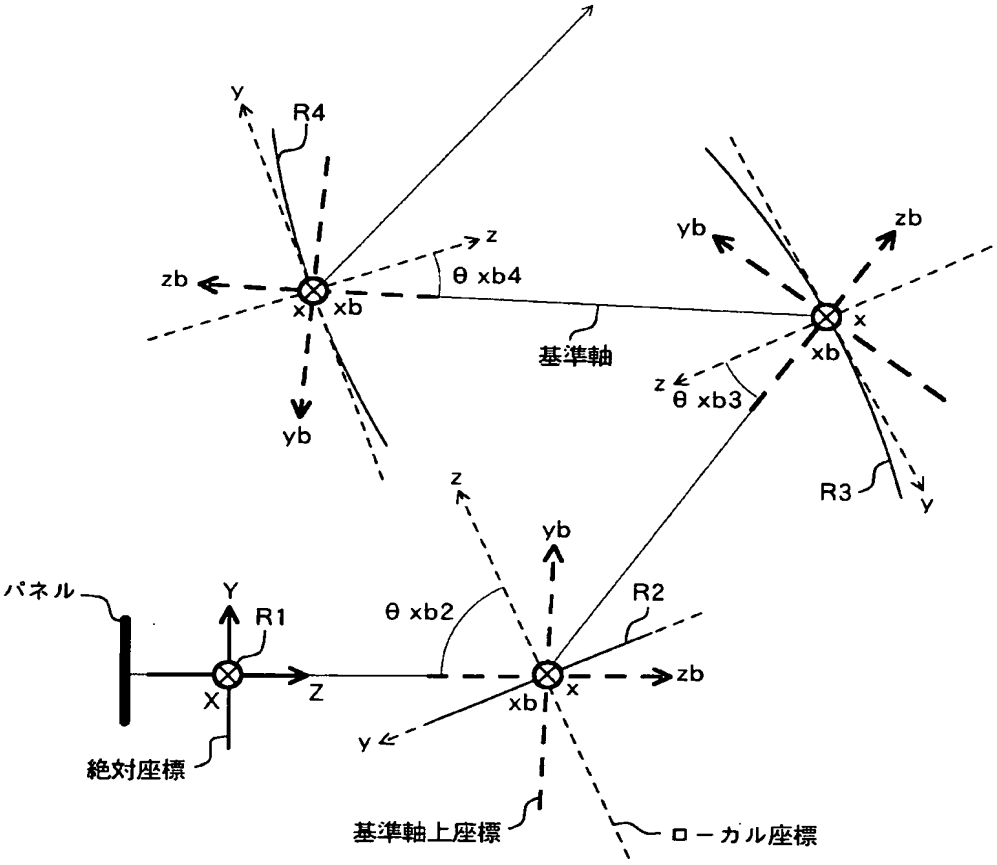
ａ，ｂ　映像信号

【書類名】　　図面

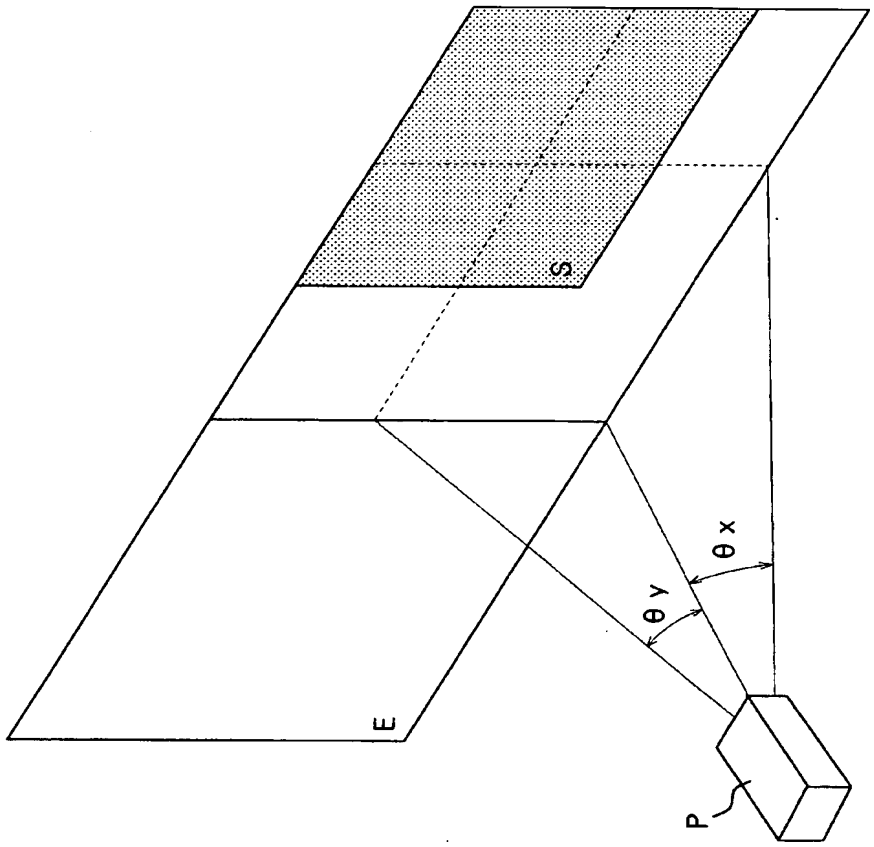
【図１】


Y
B
R2
y
y
z
(z1,y1) = (0,0)
x
z
θ 2
X
θ 1 = 0
D1
(z2,y2)
Z
第１面光軸方向
R1
D2
y
z
y
x
θ 3
(z3,y3)
D3
x
z
θ 4
R3
(z4,y4)
D4
R4
y
z
x
θ 5
(z5,y5)
R5
Nd1 = Nd2 = Nd3 = Nd4
ν d1 = ν d2 = ν d3 = ν d4
Nd5 = 1.0
D5

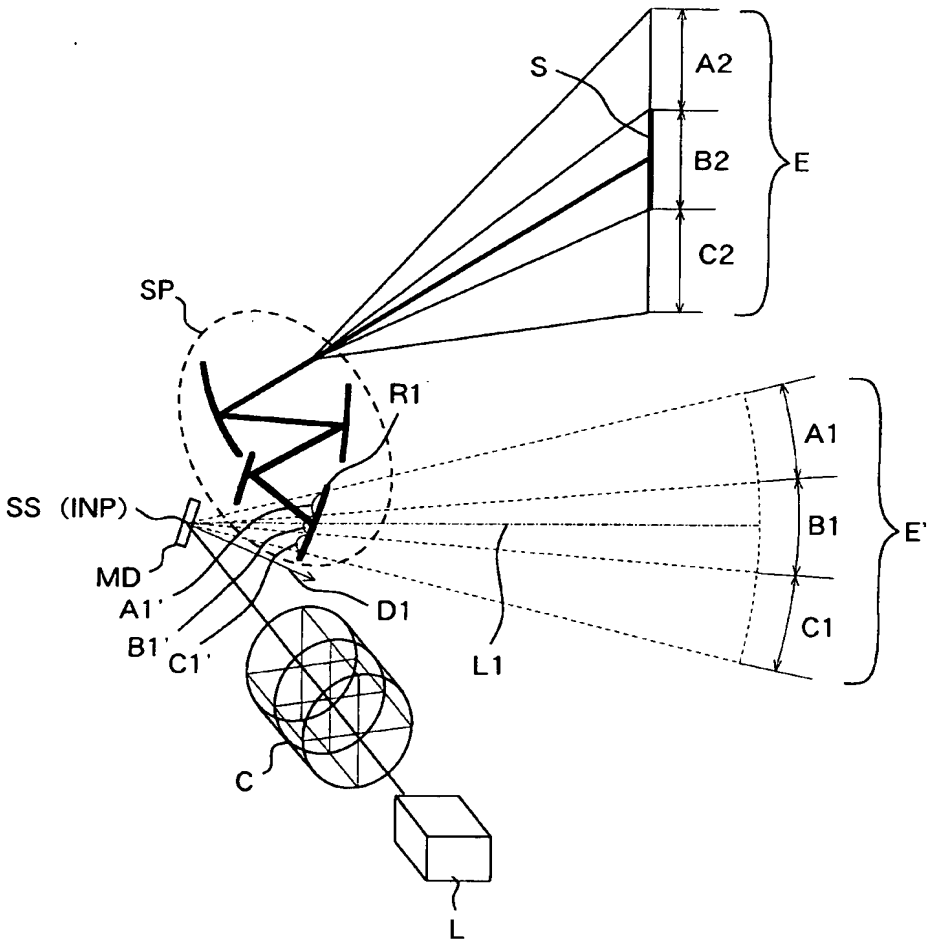
【図２】


y
R4
z
zb
θ xb4
x
xb
yb
基準軸
yb
zb
x
xb
z
θ xb3
R3
y
z
yb
パネル
Y
R1
θ xb2
R2
X
Z
xb
x
zb
y
絶対座標
基準軸上座標
ローカル座標

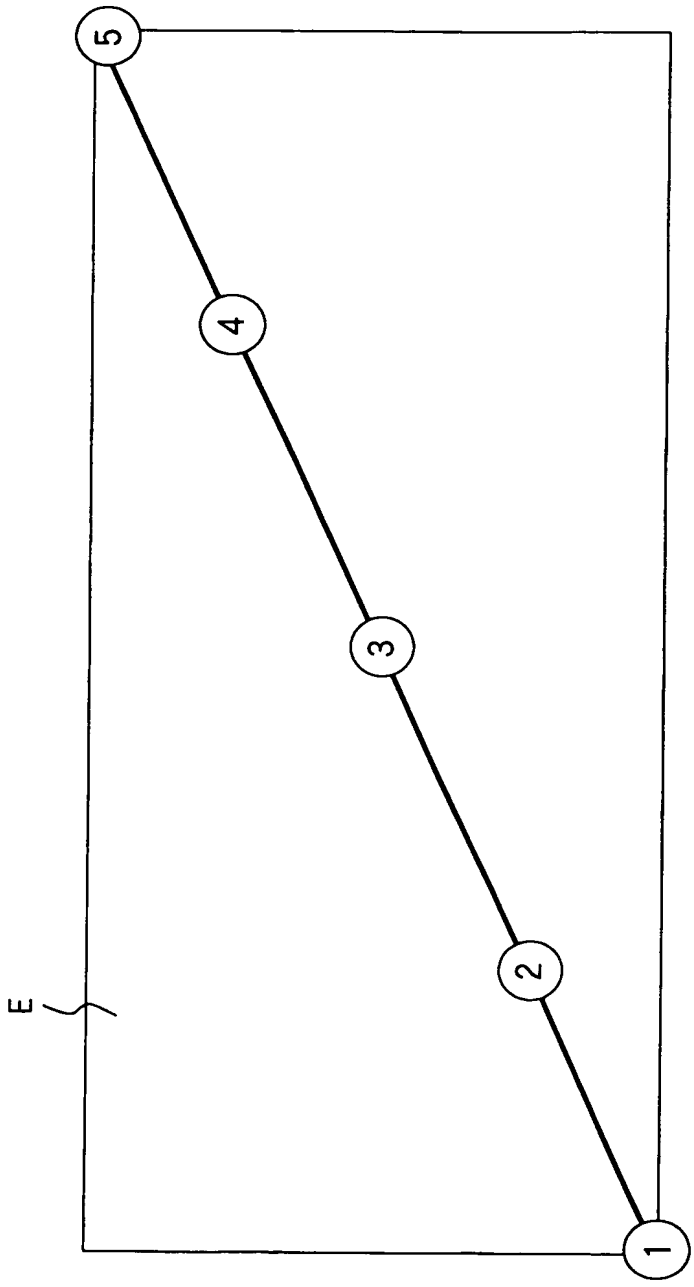
【図３】



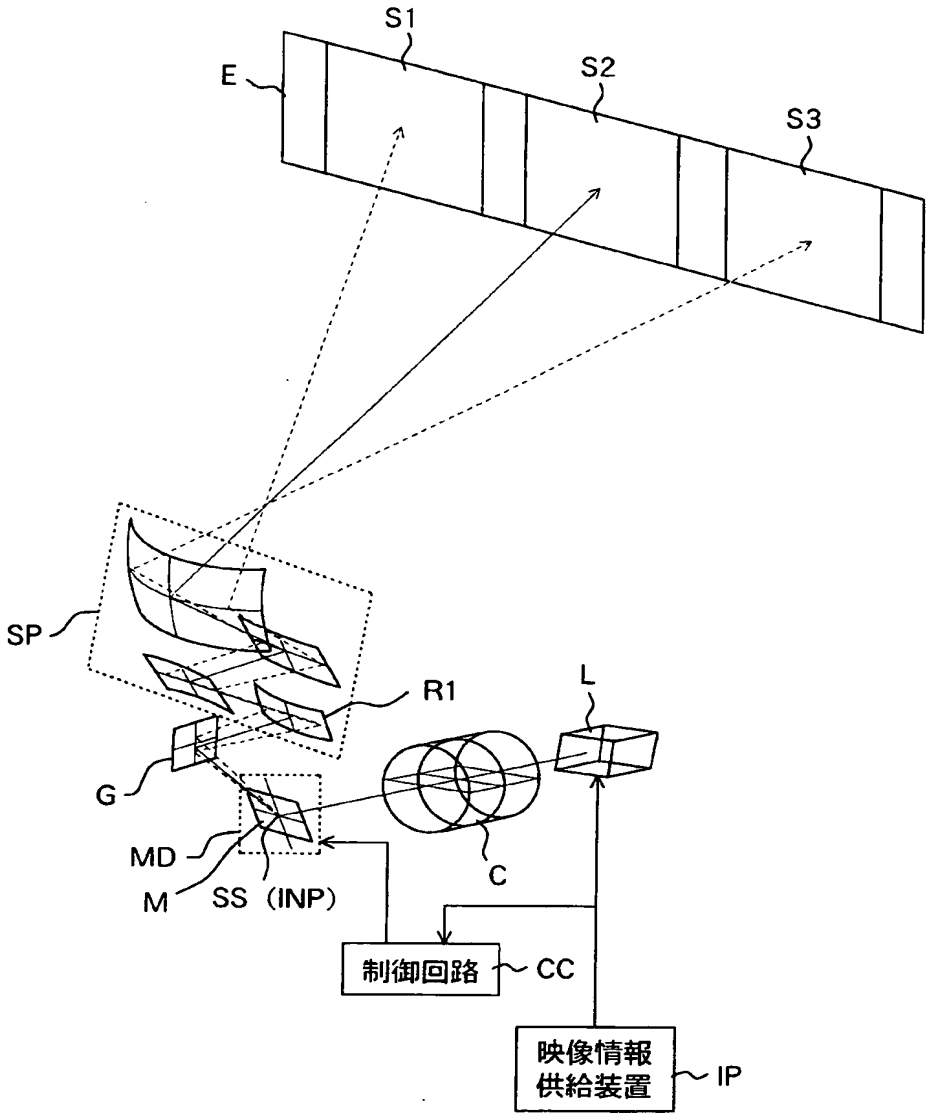
【図４】



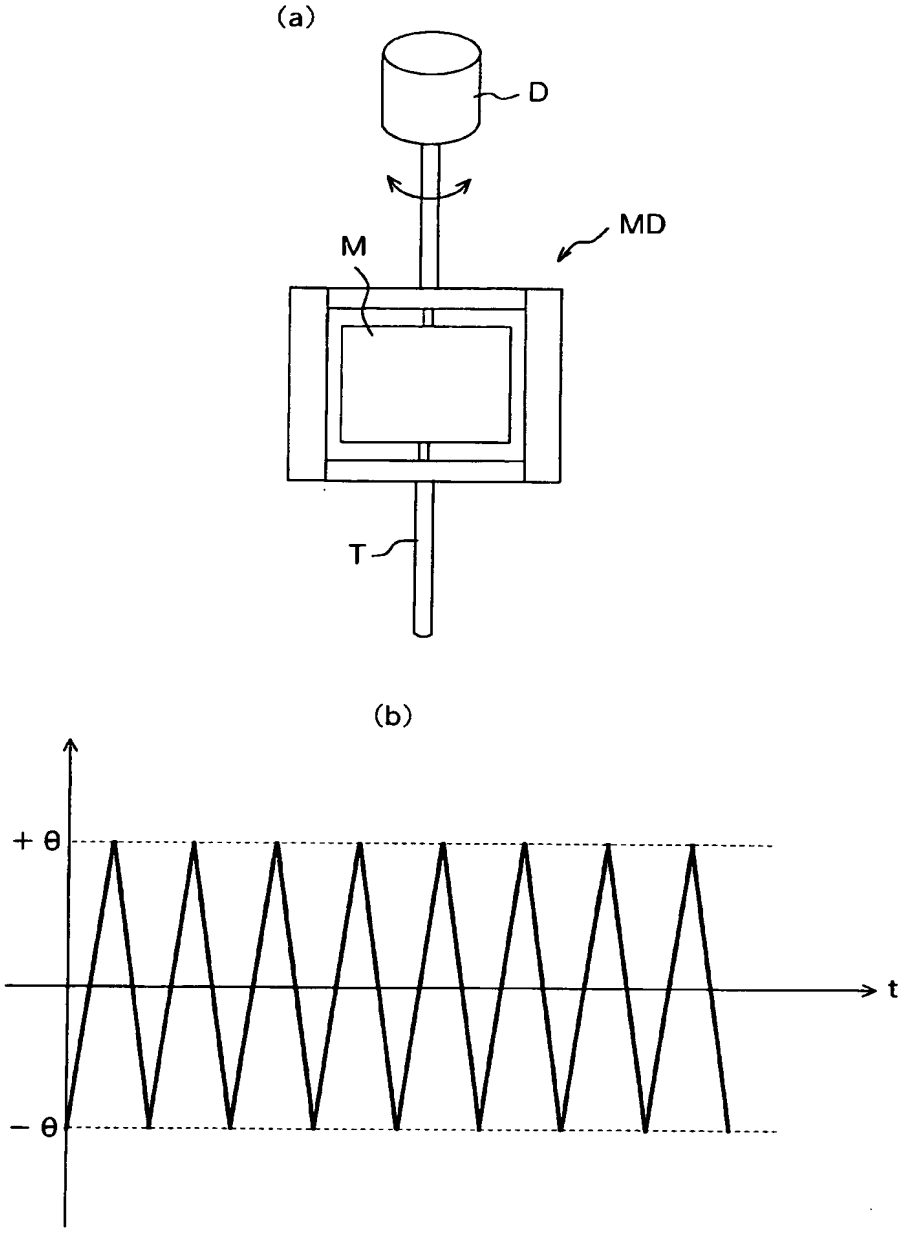
【図５】



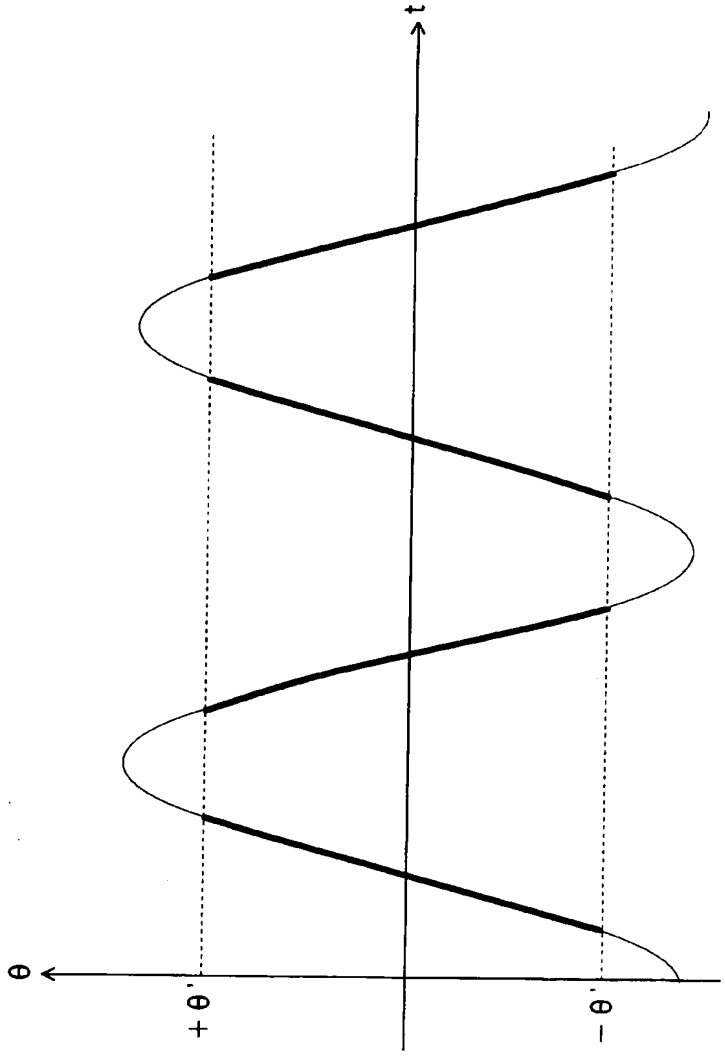
【図６】



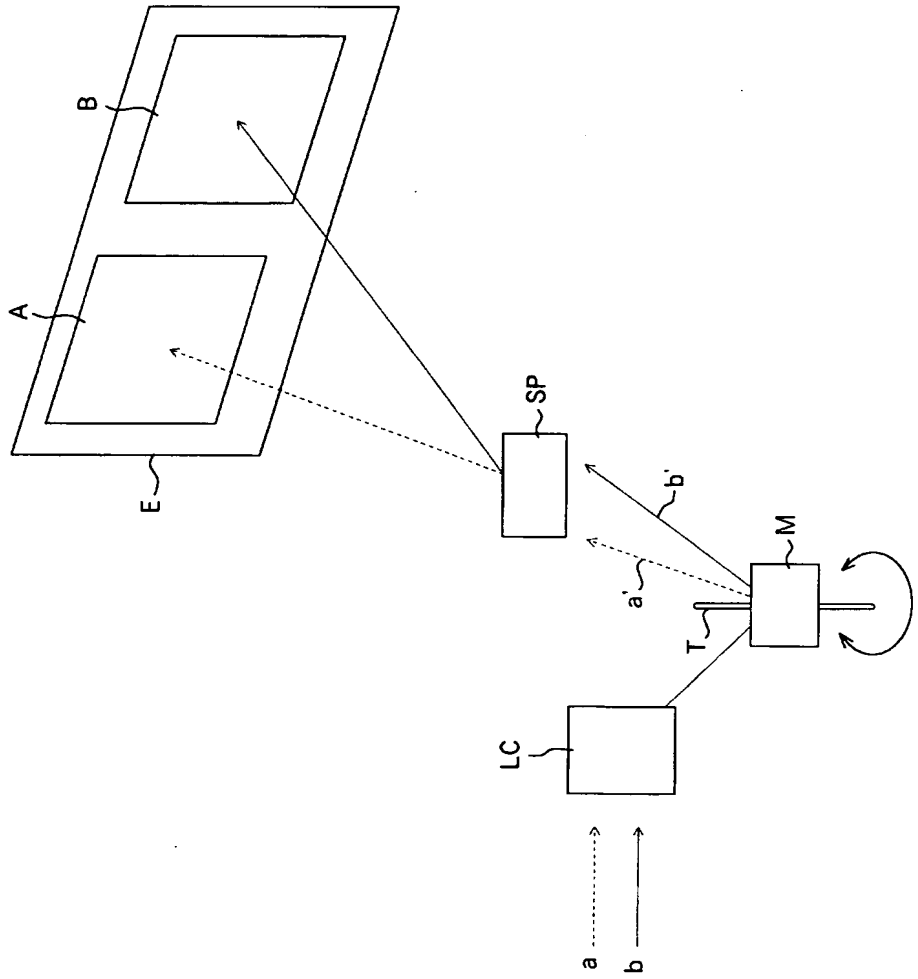
【図７】



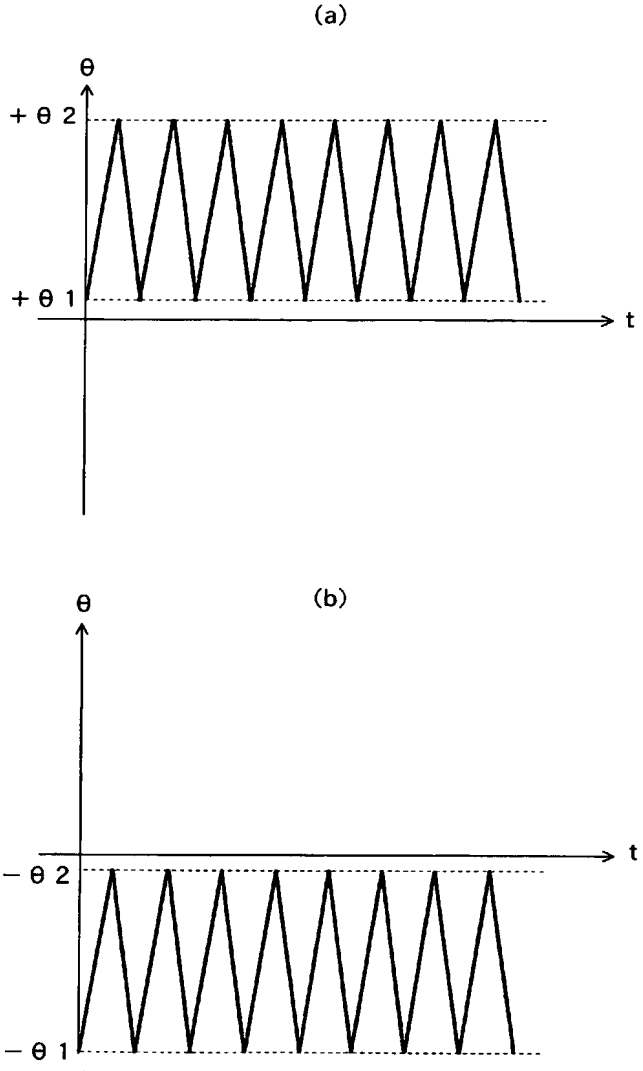
【図８】



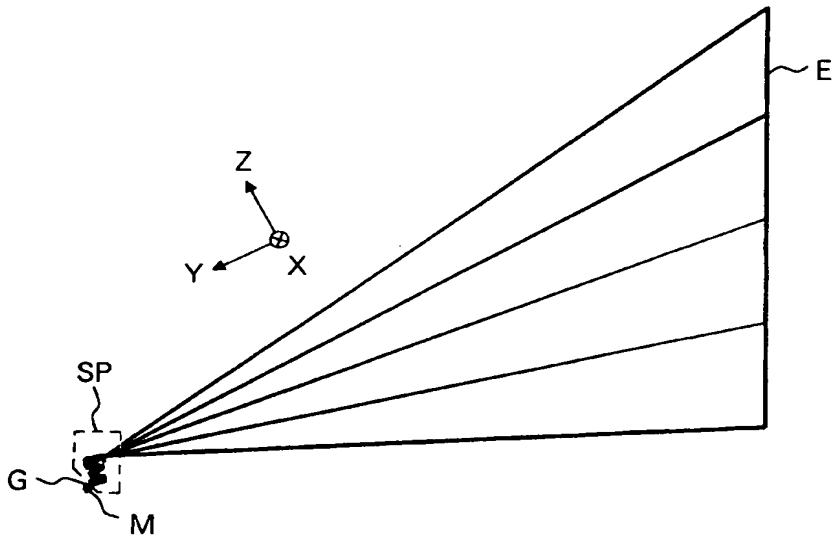
【図９】



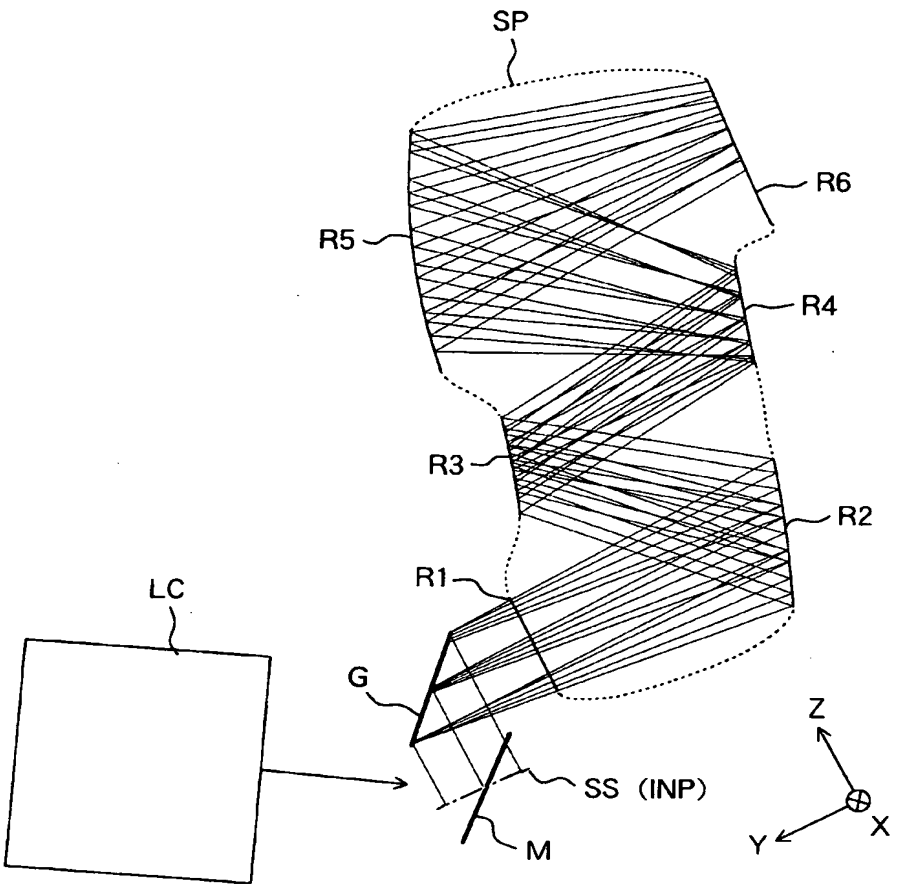
【図１０】



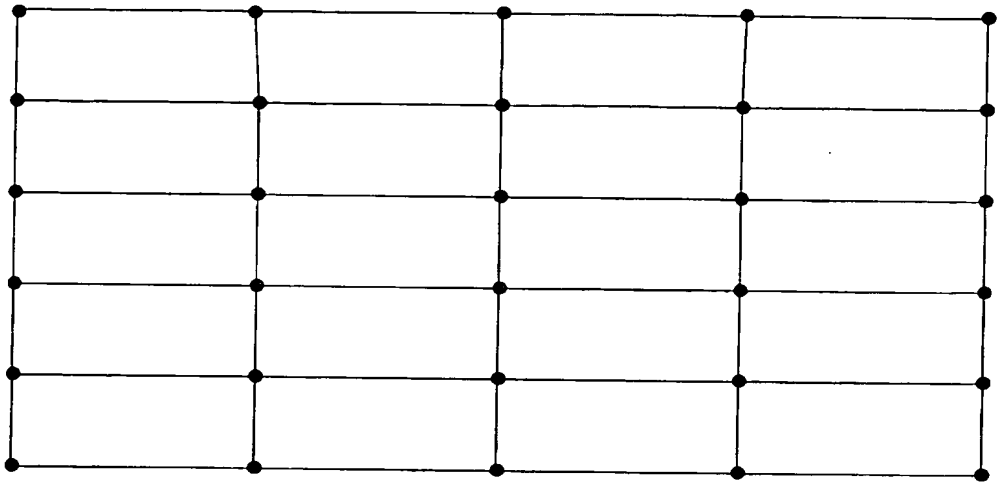
【図１１】



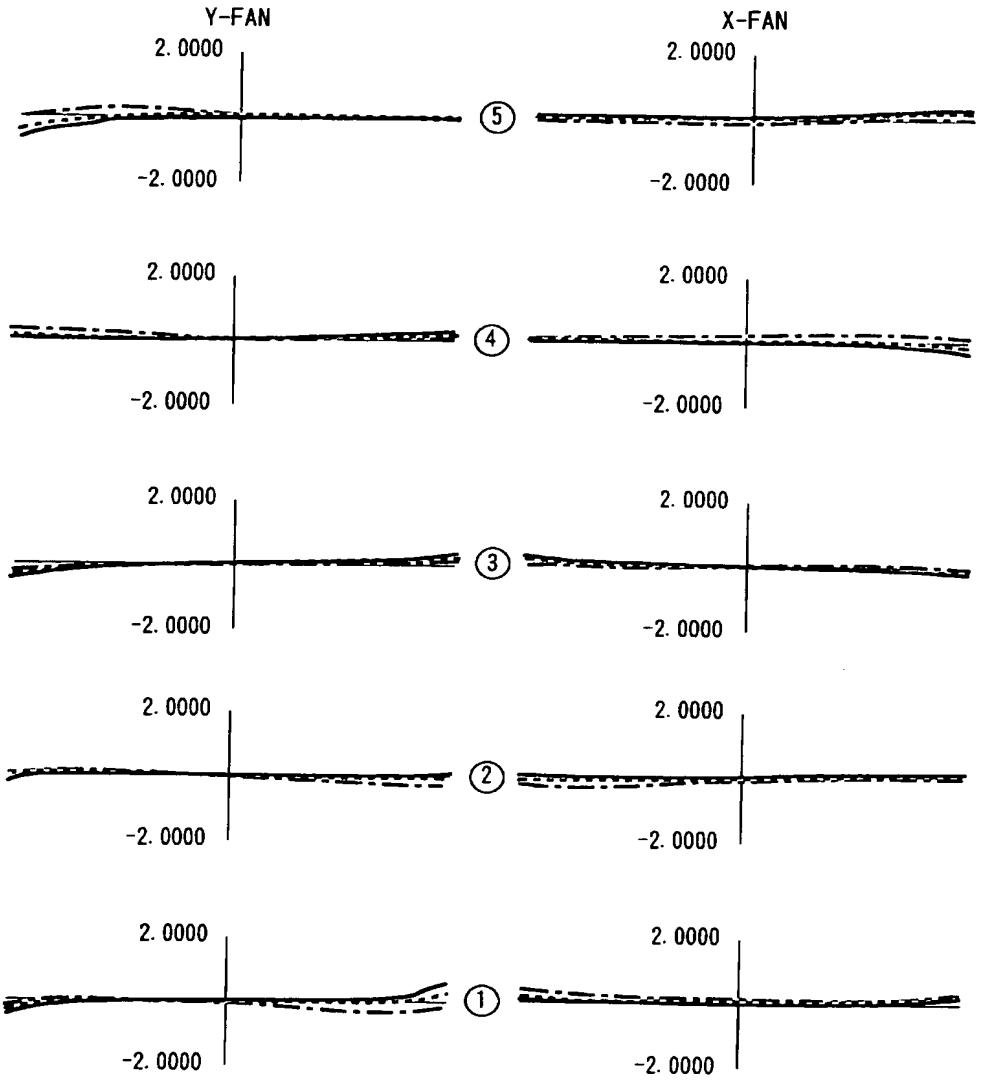
【図１２】



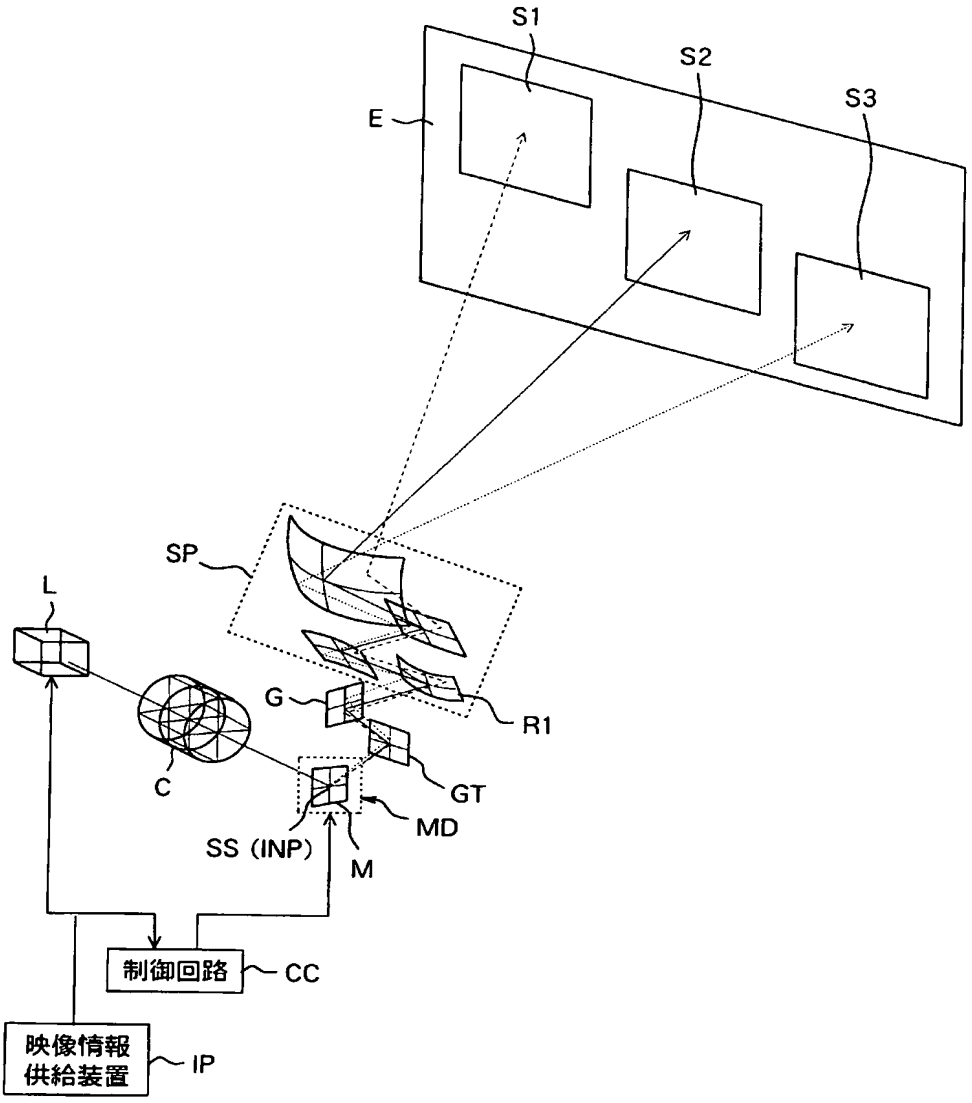
【図１３】



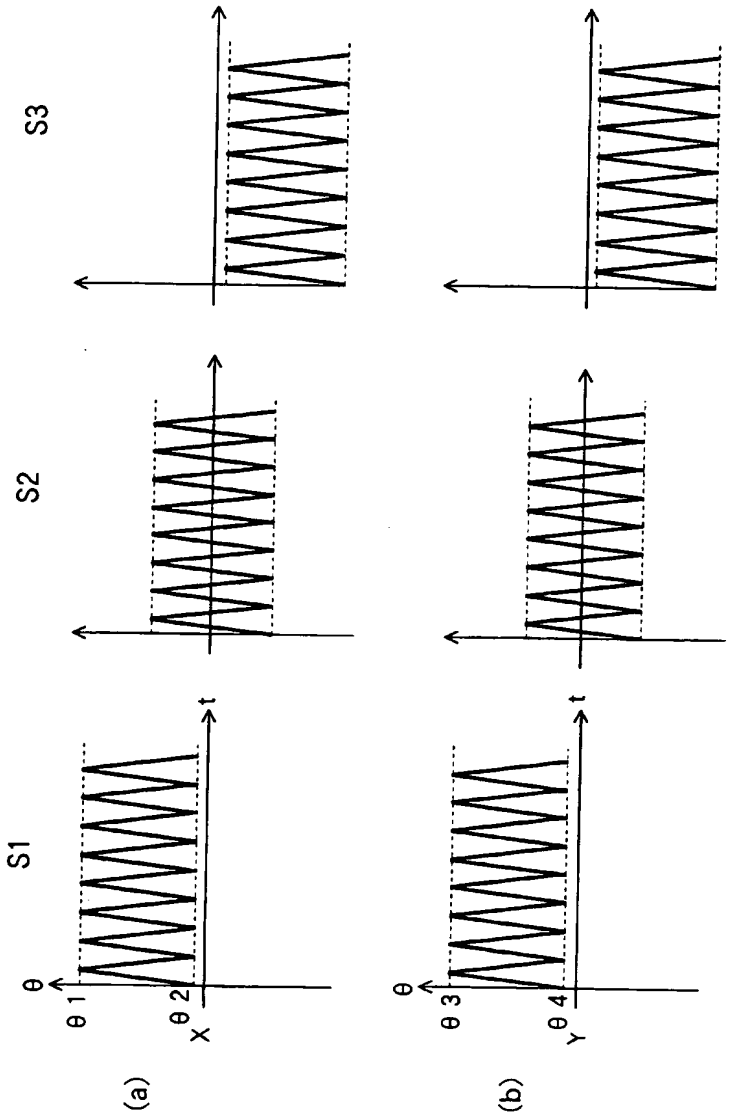
【図１４】



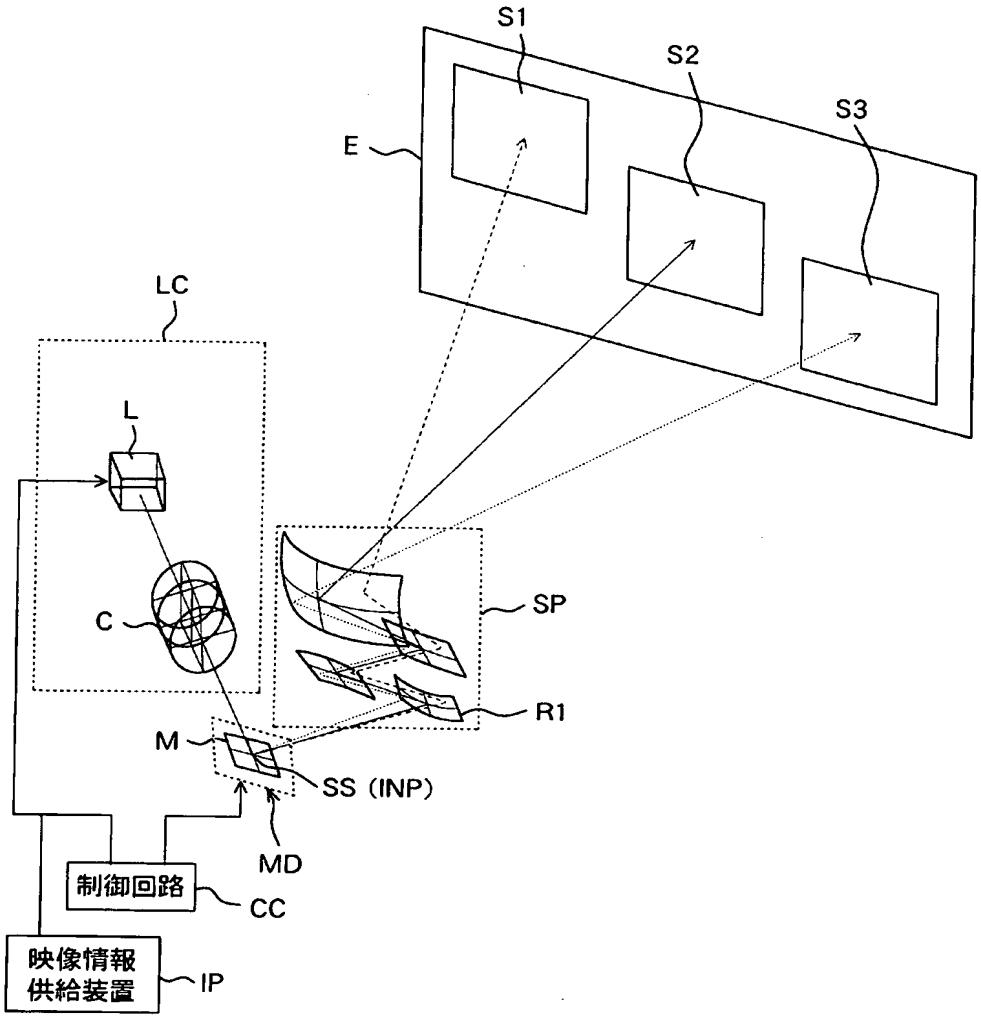
【図１５】



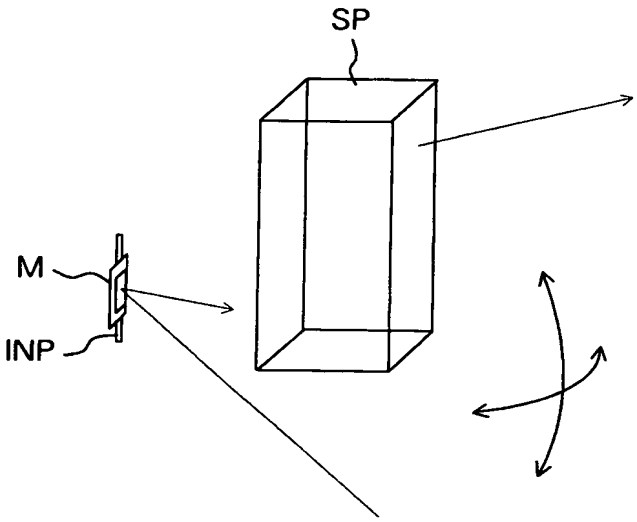
【図１６】



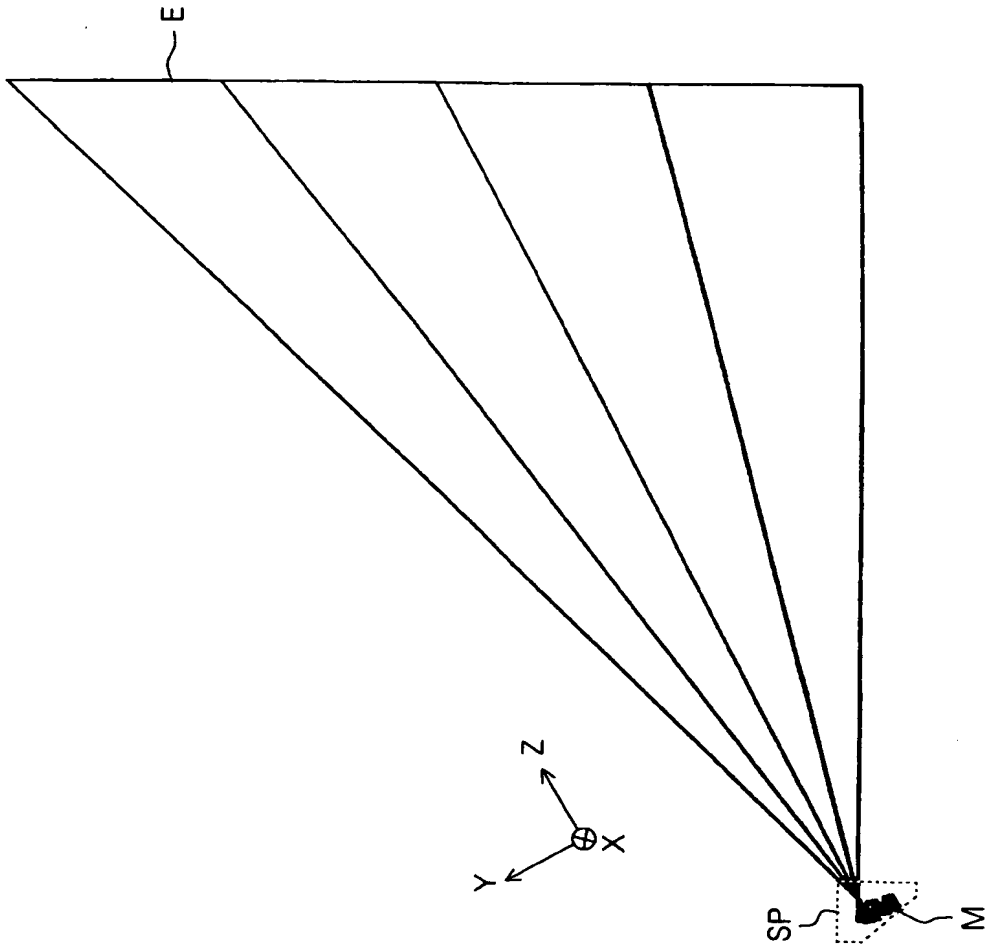
【図１７】



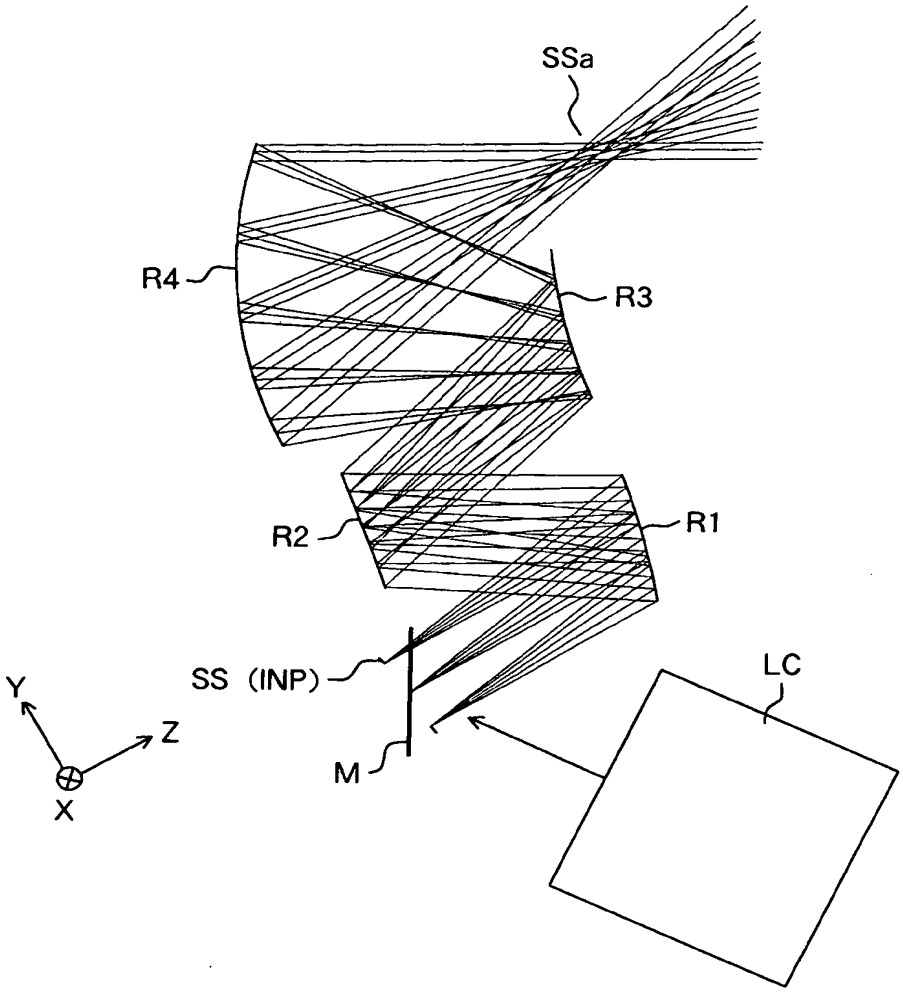
【図１８】



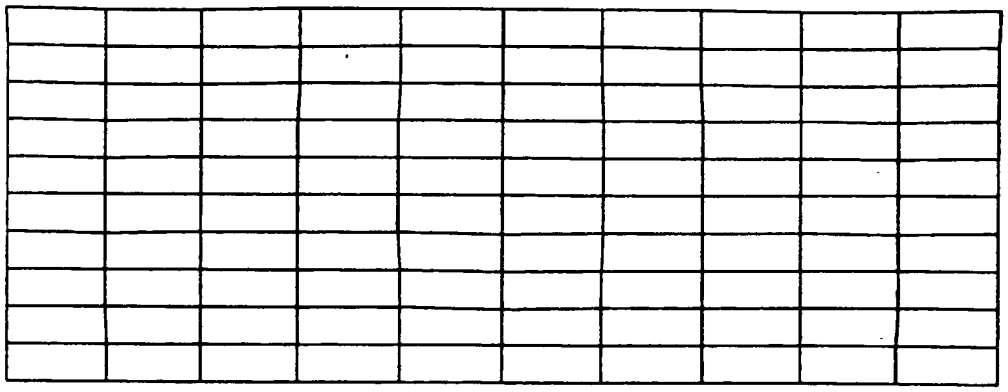
【図１９】



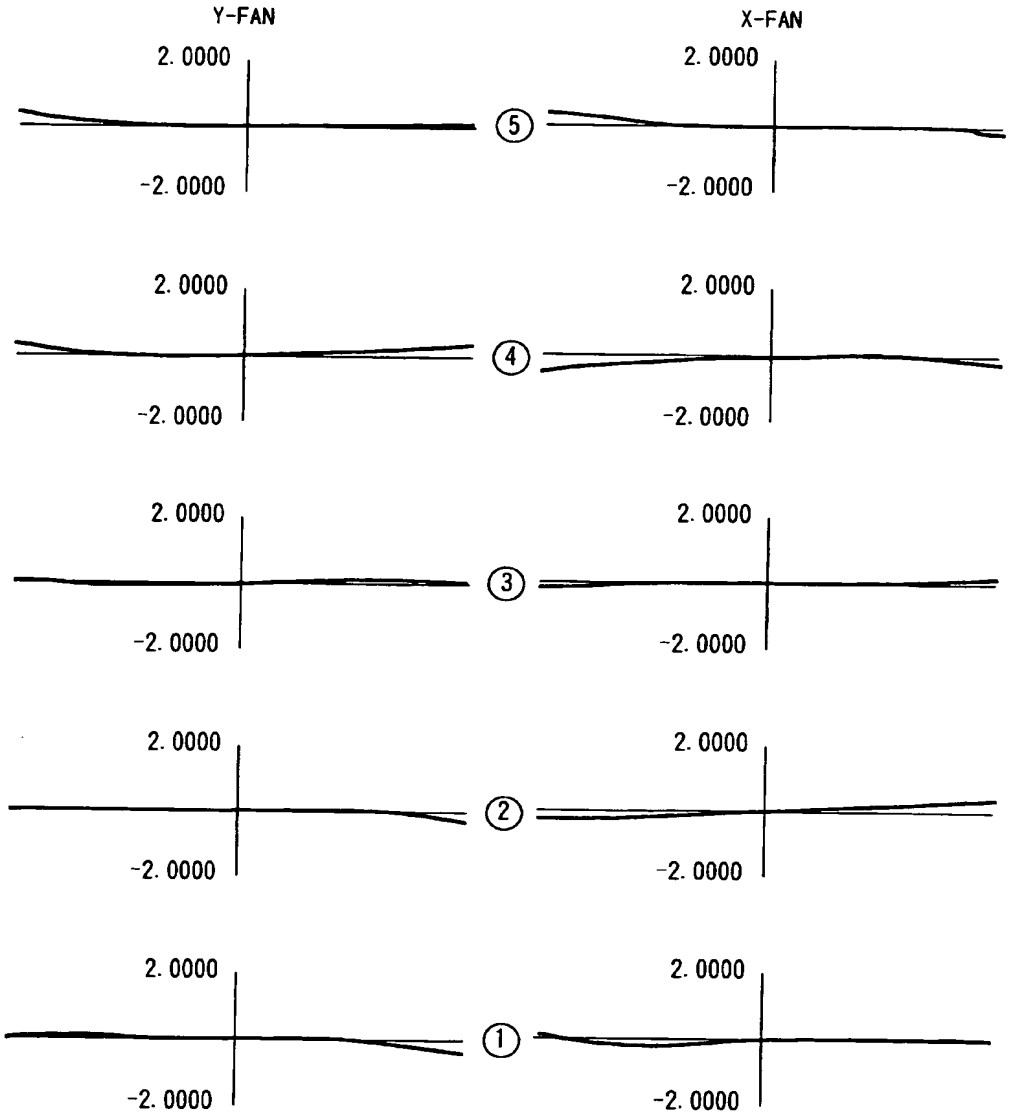
【図２０】



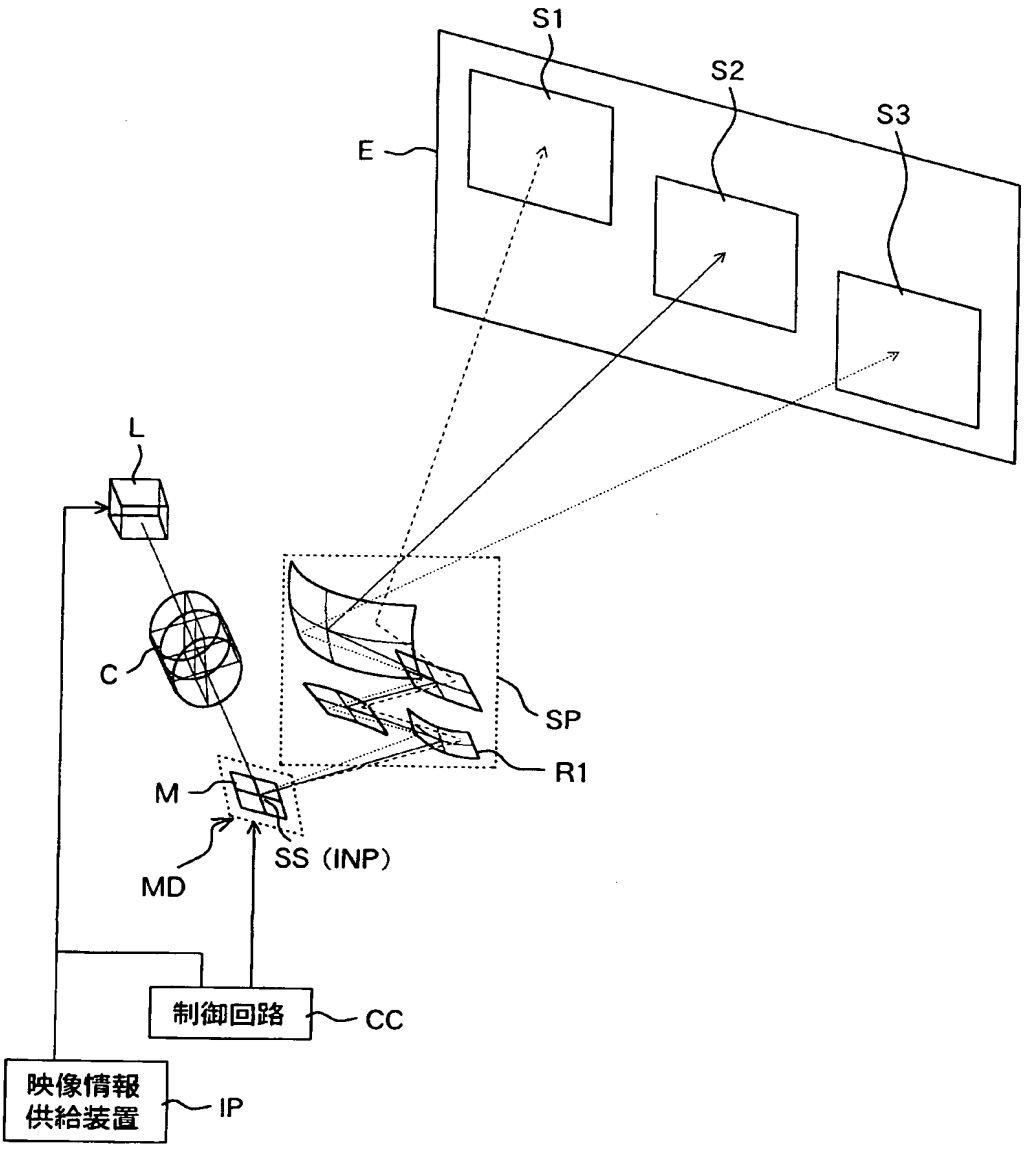
【図２１】



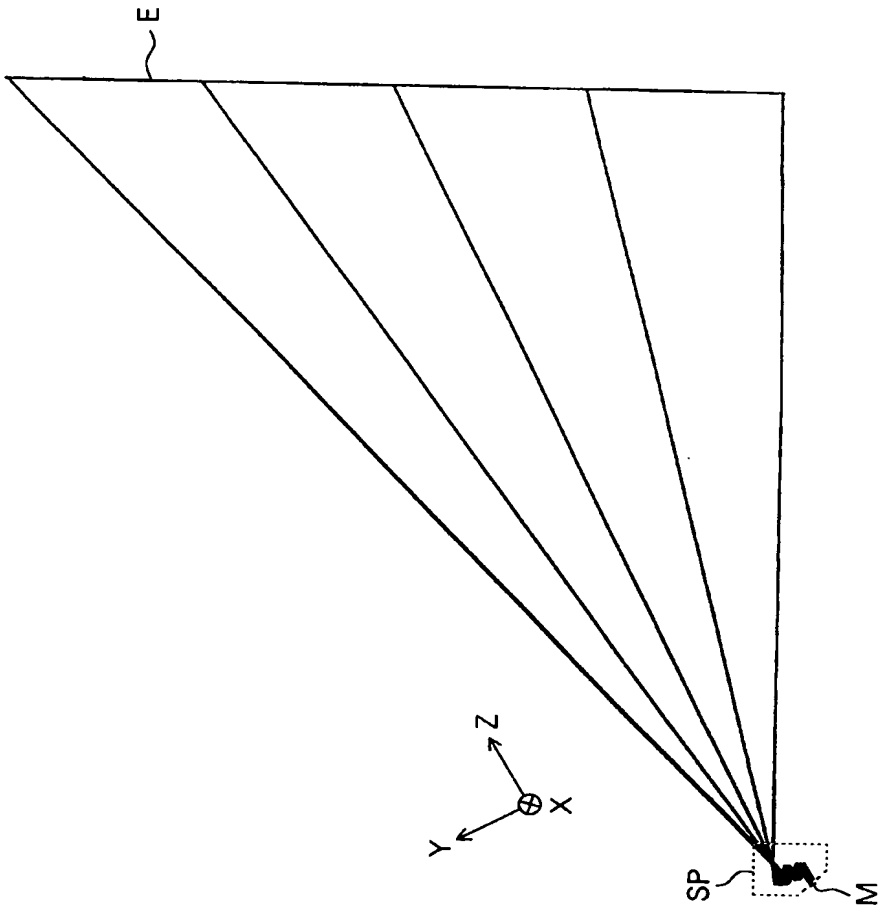
【図２２】



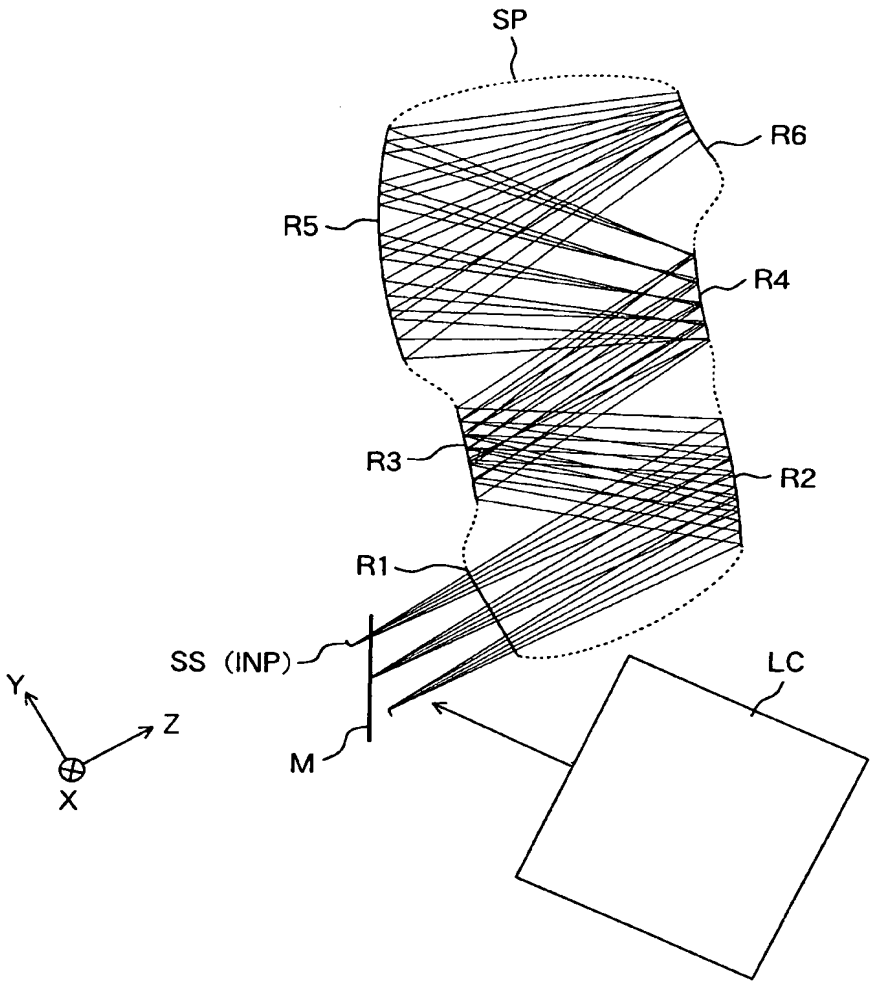
【図２３】



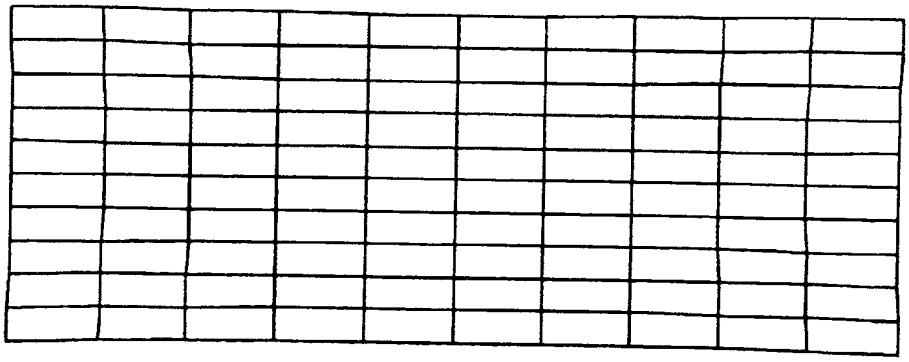
【図２４】



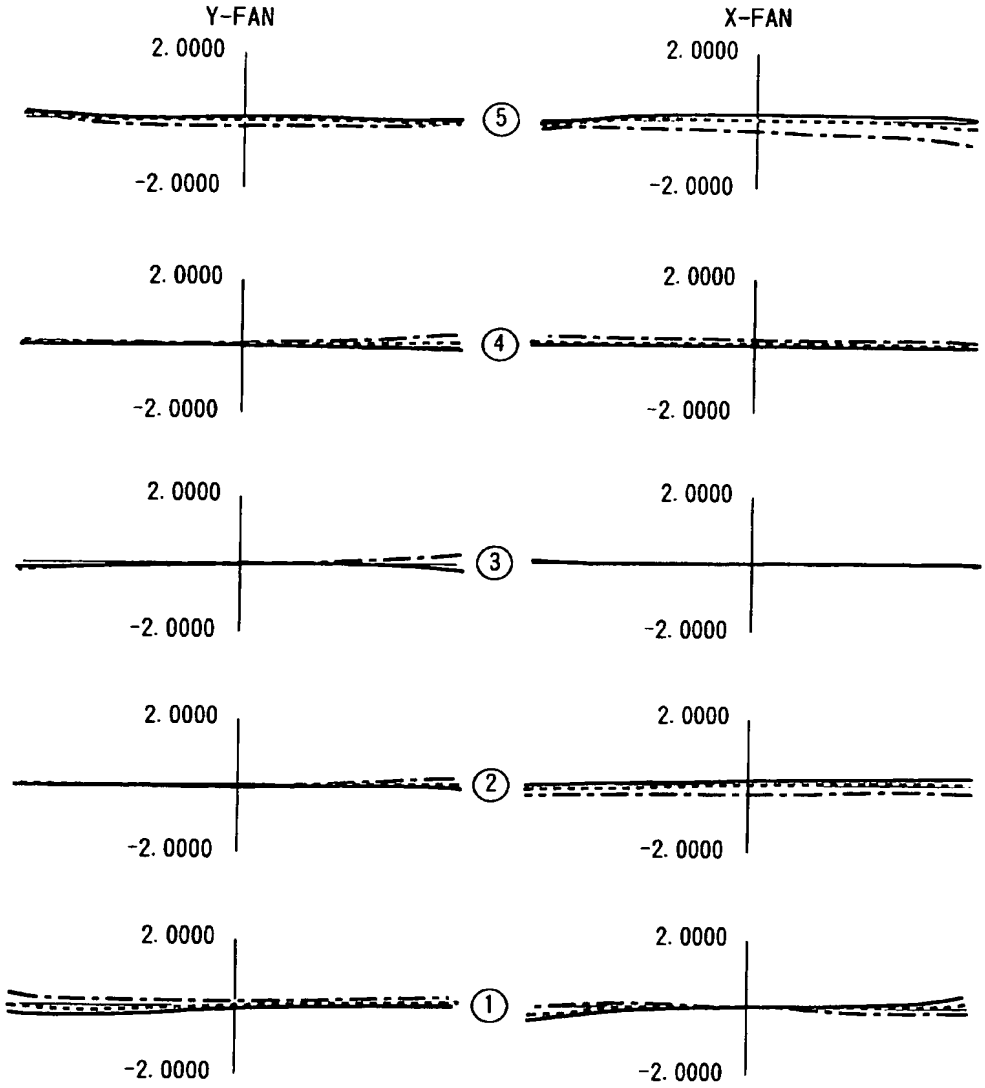
【図２５】



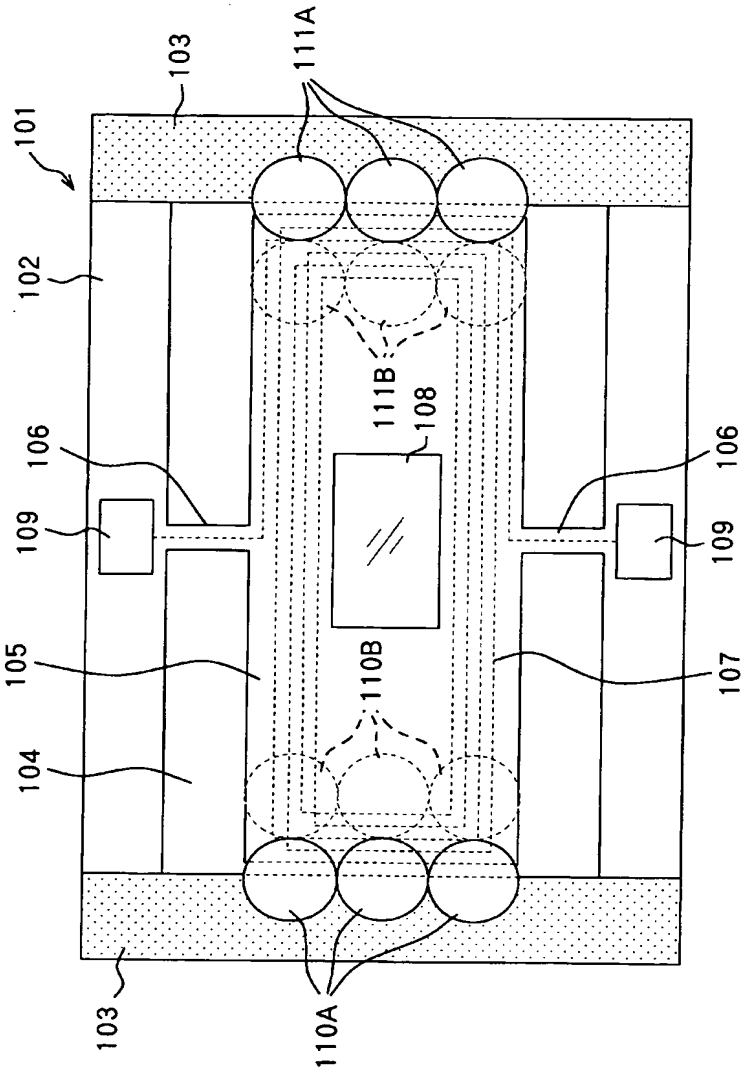
【図２６】



【図２７】



【図２８】


101
102
103
103
104
105
106
106
107
108
109
109
110A
110B
111A
111B

【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　コンパクトな構成で、投射画像の位置等を変更できるようにする。

【解決手段】　光を偏向走査する光偏向手段と、光偏向手段からの光を投射する投射光学系とを有する投射型表示光学系Ｐにおいて、投射光学系による投射光によって形成される画像Ｓの位置又は傾きを可変とする。

【選択図】　図３

特願２００３－０４０４１１

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　［０００００１００７］

１．変更年月日　１９９０年　８月３０日
［変更理由］　新規登録
住　所　東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
氏　名　キヤノン株式会社